



UK  
CA  
CE

# PVCHECKS-PRO

Manual de instruções



## ÍNDICE

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA .....	3
1.1. Instruções preliminares .....	3
1.2. Durante a utilização .....	4
1.3. Após a utilização .....	4
1.4. Definição da categoria de medição (Sobretensão) .....	4
2. DESCRIÇÃO GERAL .....	5
2.1. Introdução .....	5
2.2. Funcionalidade do instrumento .....	5
3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO .....	6
3.1. Controlos iniciais .....	6
3.2. Alimentação do instrumento .....	6
3.3. Conservação .....	6
4. NOMENCLATURA .....	7
4.1. Descrição do instrumento .....	7
4.2. Descrição do botãodo .....	8
4.3. Ecrã inicial .....	8
5. MENU GERAL .....	9
5.1. SET – Configuração do instrumento .....	9
5.1.1. Idioma .....	9
5.1.2. Data e hora .....	10
5.1.3. Configurações gerais .....	10
5.1.4. Irradiação .....	10
5.1.5. Informação .....	11
5.1.6. Nome do Operador .....	11
6. INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO .....	12
6.1. DMM – Função de Multímetro .....	12
6.2. UREM – Unidade remota .....	13
6.3. RPE – Medição da Continuidade em módulos/strings/campos FV .....	16
6.3.1. Calibração dos cabos de medição .....	16
6.3.2. Efetuar medições de continuidade no modo Standard (STD) .....	18
6.3.3. Realização de medições de continuidade no modo de temporizador (TMR) .....	20
6.3.4. Situações anómalas .....	22
6.4. MΩ – Medição do Isolamento em módulos/strings/campos FV .....	23
6.4.1. Execução da medição do isolamento - Modo DUAL .....	24
6.4.2. Execução da medição do isolamento – Modo TMR .....	25
6.4.3. Situações anómalas .....	28
6.5. GFL – Pesquisa de condições de baixo isolamento em cadeias FV .....	30
6.6. OPT – Medição do isolamento com otimizadores de potência .....	34
6.6.1. Medição do isolamento com otimizadores com função RSD .....	35
6.6.2. Medição do isolamento com otimizadores sem função RSD .....	37
6.6.3. Situações anómalas .....	39
6.7. DB – Gestão de bases de dados de formulários .....	41
6.7.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico .....	41
6.7.2. Modificação de um módulo FV existente .....	43
6.7.3. Eliminar um módulo fotovoltaico existente .....	43
6.8. IVCK – Ensaio de módulos e cadeias de strings FV .....	44
6.8.1. Introdução .....	44
6.8.2. Teste IVCK sem unidade remota SOLAR03 .....	46
6.8.3. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta .....	50
6.8.4. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em registo síncrona .....	55
6.8.5. Teste IVCK com a utilização da função Start&Save .....	61
6.8.6. Interpretação dos resultados da medição .....	64
6.8.7. Situações invulgares .....	67
6.9. Lista de mensagens de erro do ecrã .....	70
7. MEMORIZAÇÃO DOS RESULTADOS .....	71
7.1. Medidas de poupança .....	71
7.2. Visualização, recuperação e eliminação de dados guardados .....	72

8.	LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC .....	74
9.	MANUTENÇÃO .....	75
9.1.	Generalidades .....	75
9.2.	Substituição da bateria .....	75
9.3.	Limpeza do instrumento .....	75
9.4.	Fim de vida .....	75
10.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	76
10.1.	Características técnicas .....	76
10.2.	Características gerais .....	78
10.3.	Condições ambientais de utilização .....	79
10.4.	Acessórios .....	79
11.	APÊNDICE - SUGESTÕES TEÓRICAS .....	80
11.1.	Medição do índice de polarização (PI) .....	80
11.2.	Razão de absorção dielétrica (DAR) .....	80
11.3.	Função GFL – Aspectos teóricos e referências regulatórias .....	81
11.4.	Funções DUAL e TMR – Informações técnicas .....	83
11.4.1.	Aspectos regulatórios e teóricos da medição de isolamento .....	83
11.5.	Características dos MLPE (otimizadores e dispositivos RSD) .....	86
11.5.1.	Características dos dispositivos RSD .....	86
11.5.2.	Características gerais dos otimizadores de potência .....	86
11.5.3.	Ensaio IVCK ou curvas I-V em dispositivos MLPE .....	87
11.5.4.	Medição do isolamento em dispositivos MLPE (função OPT) .....	87
11.5.5.	Tipos de medições de isolamento com otimizadores de potência .....	88
12.	ASSISTÊNCIA .....	89
12.1.	Condições de garantia .....	89
12.2.	Assistência .....	89

## 1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

O instrumento foi construído em conformidade com a diretiva IEC/EN61010-1 para instrumentos de medição eletrónicos. Antes e durante a execução das medições, deve seguir as instruções descritas neste manual e ler todas as notas precedidas pelo símbolo



- Não efetuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos
- Não efetuar medições na presença de gases ou materiais explosivos ou combustíveis ou em ambientes com poeiras
- Evitar o contacto com o circuito em teste se não estiver a efetuar medições
- Evitar o contacto com partes metálicas expostas, terminais de medição não utilizados, etc.
- Não efetuar medições se encontrar anomalias no instrumento, tais como deformações, roturas, ausência de visualização no display, etc.
- Ter especial atenção quando se efetuarem medidas de tensão superiores a 25V em ambientes especiais e 50V em ambientes normais, quando se está na presença de risco de choque elétrico

Os símbolos seguintes são utilizados no presente manual e no instrumento:



Atenção: siga as instruções do manual; uma utilização incorreta pode provocar danos no instrumento ou nos seus componentes



Perigo de alta tensão: risco de choque elétrico



Duplo isolamento



Tensão ou corrente CC



Tensão CA



Referência de terra

### 1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES



- O instrumento foi projetado para ser usado nas condições ambientais especificadas no § 10.3. A presença de condições ambientais significativamente diferentes pode comprometer a segurança do instrumento e do operador. Em qualquer caso, antes de utilizar, espere até que as condições no interior do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que está a funcionar.
- O instrumento pode ser utilizado para medições de **TENSÃO** e **CORRENTE** em CAT III 1500VCC, CAT III 1000VCA com tensão máxima de 1500VCC e 1000VCA entre entradas. Não operar em circuitos que excedam os limites especificados em § 10.1
- Seguir as normais regras de segurança orientadas para a proteção contra correntes perigosas e proteger o instrumento contra uma utilização errada.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e substituídos, se necessário, por modelos idênticos
- Verificar se as baterias estão corretamente colocadas
- Antes de ligar os cabos de medição ao circuito em teste, verificar se a função pretendida foi selecionada

## 1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

Leia atentamente as recomendações e instruções que se seguem:



### ATENÇÃO

- O não cumprimento dos avisos e/ou instruções pode danificar o instrumento e/ou os seus componentes ou constituir uma fonte de perigo para o operador
- O símbolo “” indica o nível de carga total das baterias internas. Quando o nível de carga desce para níveis mínimos, o símbolo “” é apresentado no ecrã. Neste caso, interromper os testes e substituir as baterias em conformidade com o § 9.2
- **Em qualquer função, mesmo sem ativar o teste, se o equipamento detetar uma tensão superior a 1500V, emite um sinal sonoro de alerta**
- **O instrumento é capaz de manter os dados armazenados mesmo sem baterias**

## 1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

Após terminar as medições, desligar o instrumento mantendo premido o botão **ON/OFF** durante alguns segundos. Se não tencionar utilizar o instrumento durante um longo período de tempo, retirar as baterias e seguir o procedimento previsto no ponto 3.3.

## 1.4. DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE MEDIÇÃO (SOBRETENSÃO)

A norma 'IEC/EN61010-1: Prescrições de segurança para instrumentos elétricos de medida, controlo e utilização em laboratório, Parte 1: Prescrições gerais', define o que se entende por categoria de medição, normalmente referida como categoria de sobretensão. No § 6.7.4: Circuitos de medição, indica:

Os circuitos estão divididos nas seguintes categorias de medição:

- **A Categoria de Medição IV** destina-se a medições efetuadas numa fonte de uma instalação de baixa tensão  
*Exemplos: contadores elétricos e de medida em dispositivos de proteção primária contra sobreintensidades e unidades de controlo de ondulação*
- **A Categoria de Medição III** destina-se a medições efetuadas em instalações no interior de edifícios  
*Exemplos: incluem medições em painéis de distribuição, disjuntores, feixes de cabos, incluindo cabos, barras, caixas de junção, interruptores, tomadas de instalações fixas e instrumentos para uso industrial e outros instrumentos, por exemplo, motores fixos com ligação a instalações fixas*
- **A Categoria de Medição II** destina-se a medições em circuitos diretamente ligados à instalação de baixa tensão  
*Exemplos: incluem medições em instrumento doméstico, ferramentas portáteis e instrumentos semelhantes*
- **A Categoria de Medição I** é utilizada para medições em circuitos não diretamente ligados à REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
*Exemplos: as medições em instrumentos não derivados da rede e derivados da rede mas com proteção especial (interna). Neste último caso, as tensões transitórias são variáveis, razão pela qual o (OMISSIS) exige que o utilizador conheça a resiliência transitória do instrumento*

## 2. DESCRIÇÃO GERAL

### 2.1. INTRODUÇÃO

O instrumento foi concebido para efetuar um pré-teste rápido (IVCK) em módulos/strings fotovoltaicos (PV) de acordo com a norma IEC/EN62446-1

### 2.2. FUNCIONALIDADE DO INSTRUMENTO

Estão disponíveis as seguintes funcionalidades:

#### **Ensaio de continuidade do condutor de proteção (RPE)**

- Teste com corrente de teste > 200mA de acordo com IEC/EN624461 e IEC/EN61557-4
- Calibração manual dos cabos de medição

#### **Medição da resistência de isolamento em módulos/strings fotovoltaicos (M $\Omega$ )**

- Tensões de teste 250V, 500V, 1000V, 1500VCC de acordo com IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-4
- 2 modos de medição disponíveis:
  - DUAL → medição sequencial do isolamento entre o pólo positivo da string (+) e o PE de e entre o pólo negativo da string e o PE
  - TMR → medição única cronometrada entre o pólo negativo da string e o PE

**Função GFL (Ground Fault Locator) para procurar posições de baixo isolamento entre módulos numa sting fotovoltaica (ver § 6.5)**

**Função OPT (Otimizador de Potência) para medição da resistência de isolamento em módulos/strings FV na presença de otimizadores (ver § 6.6)**

**Medição da tensão em vazio e da corrente de curto-circuito em módulos/strings fotovoltaicos de uma ou duas faces, de acordo com a norma IEC/EN62446-1 e IEC/EN60891 (IVCK)**

- Medição da tensão em vazio Voc em módulos/strings FV de uma e duas faces até 1500VCC
- Medição da corrente de curto-circuito Isc em módulos/strings FV de uma e duas faces até 40A
- Medição da radiação frontal e traseira através de ligação Bluetooth com a unidade remota SOLAR03 e células de referência HT305
- Medição da temperatura do módulo de acordo com a norma IEC/EN60904-5 (modo Automático) ou através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03
- Visualização dos resultados em condições OPC e STC
- Avaliação imediata (OK/NO) dos resultados
- Executar testes IVCK em sequência com a função Start&Save


O instrumento também possui uma base de dados interna capaz de armazenar até 64 módulos fotovoltaicos (**a serem carregados pelo utilizador**), uma função de retroiluminação do dispay, a possibilidade de ajuste interno do contraste e um botão **HELP** capaz de fornecer ajuda ao operador ao ligar o instrumento ao sistema. Está disponível uma função de desligar automático, que pode ser desativada, após cerca de 5 minutos da não utilização do instrumento.

### 3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO


#### 3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento foi verificado do ponto de vista elétrico e mecânico antes de ser expedido. Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento pudesse ser entregue sem danos. No entanto, recomendamos-lhe que verifique se existem danos que possam ter ocorrido durante o transporte. Se encontrar alguma anomalia, contacte imediatamente o seu revendedor. Recomendamos igualmente que verifique se a embalagem contém todas as peças indicadas no § 10.4. Em caso de discrepância, contactar o revendedor. Se for necessário devolver o instrumento, siga as instruções do § 12.

#### 3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por 6 pilhas alcalinas de 1,5 V do tipo AA LR06 ou por 6 pilhas recarregáveis de 1,2 V NiMH do tipo AA. O símbolo  indica o nível de carga das pilhas. Para a substituição das pilhas, ver § 9.2.

**O instrumento é capaz de conservar os dados armazenados mesmo na ausência de pilhas.**

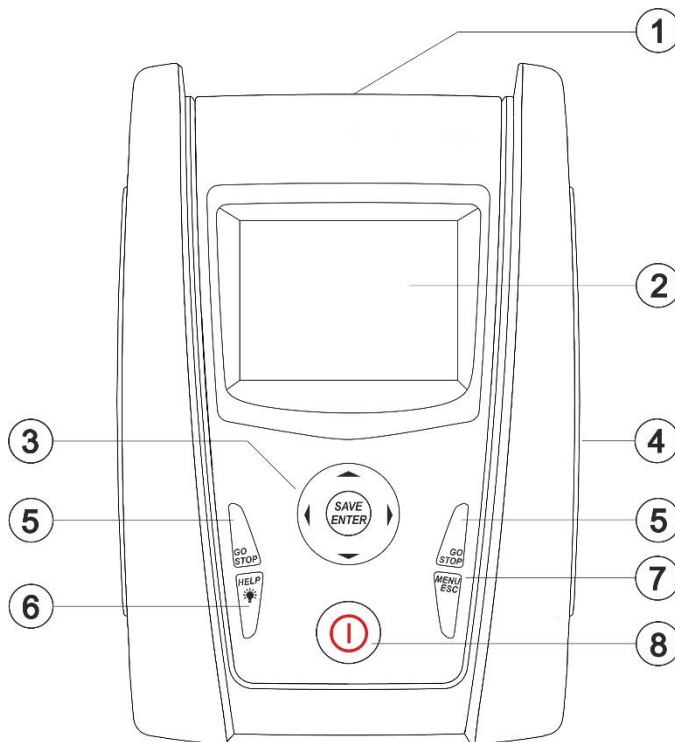
O instrumento possui algoritmos sofisticados para maximizar a duração da bateria. Uma pressão contínua no botão **HELP**  ativa a luz de fundo do visor. A utilização sistemática da retroiluminação diminui a duração da bateria.

#### 3.3. CONSERVAÇÃO

O instrumento foi projetado para ser usado nas condições ambientais especificadas no § 10.3. A presença de condições ambientais significativamente diferentes pode comprometer a segurança do instrumento e do operador e/ou não garantir medições precisas. Após um longo período de armazenamento e/ou em condições ambientais extremas, antes de usar, espere até que as condições dentro do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que ele está operando.

## 4. NOMENCLATURA

### 4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



**LEGENDA:**

1. Entradas
2. Ecrã LCD
3. Botão  $\nabla, \blacktriangle, \blacktriangleright, \blacktriangleleft$ , **SAVE/ENTER**
4. Compartimento do conector do cabo ótico/USB
5. Botão **GO/STOP**
6. Botão **HELP**
7. Botão **ESC/MENU**
8. Botão **ON/OFF**

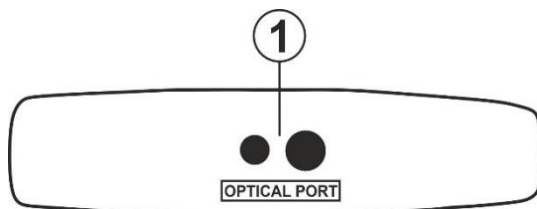
Fig. 1: Descrição da frente do instrumento



**LEGENDA:**

1. Entradas **P, N** para medição da tensão CC (IVCK) / Isolamento ( $M\Omega$ )
2. Entradas **E, C** para teste de continuidade (RPE)

Fig. 2: Descrição da parte superior do instrumento



**LEGENDA:**

1. Conector para ligação do cabo de saída ótico/USB opto-isolado

Fig. 3: Descrição da parte lateral do instrumento

## 4.2. DESCRIÇÃO DO BOTÃO DO

O botão do é composto pelos seguintes botões:



Botão **ON/OFF** para ligar e desligar o instrumento



Botão **ESC** para sair do menu selecionado sem confirmar as alterações  
Botão **MENU** para voltar ao menu geral do instrumento em qualquer altura



Botões ◀ ▲ ▶ ▼ para deslocar o cursor nos diferentes ecrãs, a fim de selecionar os parâmetros de programação


Botões **SAVE/ENTER** para guardar os parâmetros internos e os resultados das medições (**SAVE**) e para selecionar as funções pretendidas no menu (**ENTER**)



Botão **GO** para iniciar a medição  
Botão **STOP** para terminar a medição



Botão **HELP** para aceder à ajuda em linha que apresenta, para cada função selecionada, as ligações possíveis entre o instrumento e o sistema

Botão  (**pressão contínua**) para regular a retroiluminação

## 4.3. ECRÃ INICIAL

Quando o instrumento é ligado, o ecrã inicial é apresentado durante alguns segundos. Nele são apresentados:

- O modelo do instrumento (**PVCHECKs-PRO**)
- O fabricante
- O número de série do instrumento (**SN:**)
- A versão do hardware (**HW**) e do firmware (**FW**) na memória do instrumento
- A data da última calibração do instrumento (**Data Calibração**)

**PVCHECKs-PRO**

**HT ITALIA**

SN: 26020002

FW: 1.13

HW: 02

Data Calibração:

14/02/2026

Após alguns instantes, o instrumento muda para a última função selecionada.

## 5. MENU GERAL

Premindo o botão **ESC**, seja qual for o estado em que o instrumento se encontre, regressa-se ao menu geral, a partir do qual se podem definir os parâmetros internos e seleccionar a medição pretendida. Seleccionando uma das opções com o cursor e confirmando com **ENTER**, acede-se à função desejada.

MENU	15/03 – 18:04	MENU	15/03 – 18:04
DMM	: Multímetro	DB	: DataBase Mod. FV
UREM	: Unidade remota.	SET	: Configurações
<b>IVCK</b>	<b>: Sequên. teste FV</b>	MEM	: Dados guardados
OPT	: Otimizador	PC	: Trasmis. dados
MΩ	: Isolamento		
GFL	: Encon.baixo isol.		
RPE	: Continuidade		
	▼		▼

### 5.1. SET – CONFIGURAÇÃO DO INSTRUMENTO

Deslocar o cursor para **SET** utilizando as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã que permite o acesso às definições internas. As definições são mantidas mesmo depois de o instrumento ser desligado.

SET	15/10 – 18:04
<b>Idioma</b>	
Data e hora	
Configurações gerais	
Irradiação	
Informação	
Nome do operador	

#### 5.1.1. Idioma

Deslocar o cursor para **Idioma** utilizando as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã para definir o idioma do sistema. Seleccionar a opção pretendida com as botões de seta. (**▲**, **▼**). Prima o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.

SET	15/10 – 18:04
English	
Italiano	
Español	
Deutsch	
Français	
<b>Portuguese</b>	

### 5.1.2. Data e hora

Mova o cursor para **Data e hora** utilizando os botões de seta (**▲**, **▼**) e confirme com **ENTER**. Em seguida, é apresentado o ecrã ao lado para definir a data/hora do sistema. Selecionar o campo "**Formato**" para definir o sistema europeu (formato "DD/MM/AA, hh:mm" **EU**) ou o sistema americano (formato "MM/DD/AA hh:mm" **USA**). Selecione a opção pretendida com as botões de seta (**▲**, **▼**) e (**◀**, **▶**). Prima o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.

SET	15/10 – 18:04	
Formato	: ◀ <b>EU</b> ▶	
Ano	: ◀ 19 ▶	
Mês	: ◀ 10 ▶	
Dia	: ◀ 14 ▶	
Hora	: ◀ 17 ▶	
Minuto	: ◀ 38 ▶	

### 5.1.3. Configurações gerais

Deslocar o cursor para **Configurações gerais** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã onde é possível ativar/desativar o auto power-off, o som associado à pressão das botões, o contraste do visor e ativar/desativar a ligação WiFi (ver § 8) Selecionar a opção pretendida com as botões de seta (**▲**, **▼**). Premir o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.

SET	15/10 – 18:04	
AutoPowerOff	: ◀ <b>OFF</b> ▶	
Botão Beep	: ◀ OFF ▶	
Contraste	: ◀ 50 ▶	
WiFi	: ◀ OFF ▶	

### 5.1.4. Irradiação

Esta secção permite definir o limiar mínimo de radiação para a medição IVCK

1. Posicionar o cursor em "**Irradiação**" utilizando as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**
2. O visor apresenta o ecrã com o item "**Irrad.Min [W/m<sup>2</sup>]**", que permite definir o limiar mínimo de irradiação expresso em **W/m<sup>2</sup>**, utilizado como referência na medição do IVCK
3. Utilize os botões de seta (**◀**, **▶**) para definir o limiar mínimo de radiação. O valor pode ser definido no intervalo de **100 ÷ 1000 W/m<sup>2</sup>** em passos de **10 W/m<sup>2</sup>**
4. Premir o botão **SAVE** para guardar as definições efetuadas e a mensagem "**Dados guardados**" será apresentada durante um momento. Premir o botão **ESC/MENU** para sair sem guardar e voltar ao ecrã anterior

SET	15/10 – 18:04	
Irrad.Min.[W/m <sup>2</sup> ]	: ◀ <b>700</b> ▶	
<b>Dados guardados</b>		

### 5.1.5. Informação

Deslocar o cursor para **Informação** utilizando as botões de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**.

O instrumento apresenta o ecrã inicial, como mostra a imagem ao lado. Prima o botão **ESC** para regressar ao menu principal



### 5.1.6. Nome do Operador

Esta opção permite-lhe incluir o nome do operador que efetua as medições com o instrumento (**máx. 12 caracteres**). Este nome será incluído nos relatórios criados com o software de gestão.

1. Utilize as botões de seta ◀ ou ▶ para mover o cursor para o carácter seleccionado e prima o botão **SAVE/ENTER** para introduzir
2. Mova o cursor para a posição "**CANC**" e prima o botão **SAVE/ENTER** para apagar o carácter seleccionado
3. Mova o cursor para a posição "**OK**" e prima o botão **SAVE/ENTER** para confirmar o nome escrito e regressar ao ecrã anterior.



## 6. INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

### 6.1. DMM – FUNÇÃO DE MULTÍMETRO

Nesta função, o instrumento mostra os valores das tensões RMS (rms) e CC entre o pólo positivo (+) e o pólo (-), entre o pólo positivo (+) e a referência de terra (PE), e entre o pólo negativo (-) e a referência de terra (PE), a fim de verificar a presença de componentes CA nas tensões de entrada.

1. Posicionar o cursor sobre o item do **DMM** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	0	V
VPErms	0	V
VNErms	0	V
VPNdc	0	V
VPEdc	0	V
VNEdc	0	V

2. Ligar o instrumento ao string fotovoltaico a ser testado, como se mostra na Fig. 4

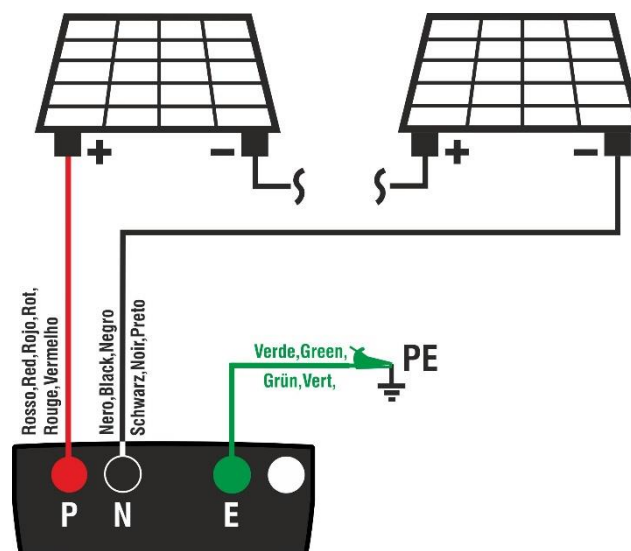


Fig. 4: Ligação do instrumento na função DMM

3. Os valores de tensão são apresentados no visor, como mostra a imagem do ecrã ao lado

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	1480	V
VPErms	750	V
VNErms	748	V
VPNdc	1420	V
VPEdc	720	V
VNEdc	-726	V



### ATENÇÃO

Os resultados do DMM não podem ser guardados na memória do instrumento

## 6.2. UREM – UNIDADE REMOTA

A unidade remota SOLAR03 permite a medição dos valores de irradiância e temperatura do módulo, que são grandezas indispensáveis para a avaliação da curva I-V e medições IVCK com valores referenciados @STC. Em geral, o instrumento e o SOLAR03 podem funcionar em **ligação direta ou em registo**.



### ATENÇÃO

- A distância máxima de ligação direta entre o SOLAR03 e o instrumento pode variar em função dos obstáculos entre as duas unidades e se **até 100m em espaço livre**
- A distância máxima para conexão direta **é indicativa**, pois é fortemente influenciada por muitas variáveis externas incontrolláveis. **O modo de medição recomendado é sempre o de “registo”** (ver § 6.8.4) que não requer uma conexão Bluetooth ativa durante as medições e, independentemente dos obstáculos presentes e da extensão do campo a ser medido, **garante uma medição confiável em todas as situações**

Esta secção gere todas as operações que podem ser efetuadas pela unidade remota SOLAR03 durante as medições IVCK. Em particular, é possível:

- Procurar, **através da ligação Bluetooth**, uma unidade remota SOLAR03 que possa ser gerida pelo dispositivo, introduzindo-a na sua lista interna (**máx. 5 unidades remotas**)



### ATENÇÃO

**A distância máxima indicativa de comunicação via Bluetooth (até 100m) refere-se a campo aberto, ambiente seco, a 1m do solo, na ausência de obstáculos e possíveis perturbações eletromagnéticas provenientes de outras fontes próximas aos instrumentos**

- Selecionar ou apagar uma unidade remota SOLAR03 da lista
- Associar/desassociar uma unidade remota SOLAR03 do instrumento para que possa ser reconhecida automaticamente sempre que for ligada
- Visualizar informações sobre a unidade remota selecionada
- Ativar e encerrar o registo de parâmetros ambientais (irradiação/temperatura) em uma unidade remota ativa e conectada (ver § 6.8.4)

Em particular, para cada unidade remota SOLAR03 gerida, o instrumento fornece:

- Número de série
- Campo "Ati" → unidade remota ativa (símbolo "√") ou inativa (sem símbolo)
- Campo "Stat" → unidade remota ativa ligada (símbolo "ⓘ") ou ativa não ligada (símbolo "Ⓜ")
- Campo "Rec" → unidade ativa e ligada a ser registada (símbolo "☑")

Para associar uma nova unidade remota SOLAR03 ao instrumento, proceda da seguinte forma:

1. Posicionar o cursor no item **UREM** utilizando as botões de seta (**▲**,**▼**)e confirmar com **ENTER**
2. Utilize os botões de seta **◀** ou **▶** para seleccionar a posição "**Proc.**" e iniciar a procura de uma unidade remota SOLAR03.  
A mensagem "**Por favor aguarde...**" é apresentada no ecrã.

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Ati	Stat	Rec.
Por favor aguarde.....			
Proc.	Pair.	Info	Start

3. O instrumento **ativa a ligação Bluetooth** e apresenta o ecrã ao lado durante alguns segundos enquanto procura uma unidade remota SOLAR03.

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Att	Stato	Reg.
SOLAR03 SN: - - -			
Encontre unidad. remota			

4. Ativar o comando "**Emparelhamento**" na unidade remota SOLAR03 (ver manual da unidade remota SOLAR03) para que esta possa ser reconhecida pelo instrumento. Quando isso for feito, o número de série da unidade remota e a mensagem "**Unidade remota detetada. Associado? (ENTER/ESC)**" são apresentados no visor, como mostra a imagem de ecrã ao lado

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Ati	Stat.	Rec.
SOLAR03 SN: 23051203			
Unidade remota detetada associado? (ENTER/ESC)			

5. **Prima ENTER no instrumento e na unidade remota SOLAR03 para o associar ao mesmo.** A partir desse momento, os dois instrumentos estão associados e não será necessário repetir as operações. Para ligar o instrumento e a unidade remota, basta ligá-los, aproximá-los e aguardar o reconhecimento mútuo.

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Att	Stato	Reg.
23051203	✓	((↑))	
U. Rem. Conectada			
Proc.	Unpair	Info	Start

6. Para iniciar uma gravação na unidade remota ativa e conectada, utilize as botões de setas ◀ ou ▶ selecionando a posição **"Start"**. O símbolo "∞" será apresentado em conformidade.

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Ati	Stat.	Rec
23051203	✓	((↑))	
U. Rem. Conectada			
Proc.	Unpair	Info	Start

No caso de o instrumento ter sido previamente associado a duas ou mais unidades remotas, para alternar entre elas:

7. Utilizar as botões de seta ◀ ou ▶ selecionando a posição **"Unpair"** e confirmar com **ENTER** para desassociar a unidade remota atual. Para efetuar esta operação, não é necessário que a unidade atual esteja também ligada ao instrumento.
8. Utilizar as botões de seta (▲, ▼) selecionar a nova unidade remota. A nova unidade deve estar ligada e colocada a uma distância de ligação do instrumento
9. Utilize as botões de setas ◀ ou ▶ para selecionar a posição **"Pair"** e confirme com **ENTER** para ligar a unidade remota ao instrumento.
10. A unidade anteriormente desassociada também pode ser permanentemente eliminada da lista através de **"Canc"**
11. Utilizar as botões de setas ◀ ou ▶ selecionando a posição **"Informação"** para visualizar as seguintes informações na unidade remota SOLAR03 realçada:

UREM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Ati	Stat.	Rec.
23051203	✓	((↑))	
23061215		↑	
U. Rem. Conectada			
Proc	Unpair	Info	Start

- Modelo
- Número de série
- Versão interna do FW e do HW
- Estado de registo possível
- Memória restante disponível para registo
- Estado da bateria interna

UREM 15/10 – 18:04	
Unidade remota <b>SOLAR03</b> HT ITALIA	
SN:	23051203
HW:	1.02
FW:	1.02
Estado:	No Reg.
Mem livre:	0g, 2h
Bateria:	53%

### 6.3. RPE – MEDIÇÃO DA CONTINUIDADE EM MÓDULOS/STRINGS/CAMPOS FV

O objetivo desta medida é realizar o teste de continuidade dos condutores de proteção e equipotenciais (ex: do elétrico de terra para as terras ligadas e terras estranhas) e dos condutores de terra dos SPDs em instalações fotovoltaicas. O teste deve ser realizado usando uma corrente de teste > 200mA de acordo com os requisitos da IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-4



#### ATENÇÃO

Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição, curto-circuitando os terminais de entrada **E** e **C**, verificando um valor de continuidade quase nulo e um valor fora de escala com os terminais **E** e **C** abertos

#### 6.3.1. Calibração dos cabos de medição

1. Posicionar o cursor sobre o item **RPE** com as botões de setas (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã:

RPE	15/10 – 18:04	
R	- - -	Ω
I <sub>test</sub>	- - -	mA
STD	2.00Ω	- - - Ω
MODO	Lim.	>φ<

2. Com as botões de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição “>φ<”. A imagem do ecrã ao lado aparece no visor

RPE	15/10 – 18:04	
R	- - -	Ω
I <sub>test</sub>	- - -	mA
STD	2.00Ω	- - - Ω
MODO	Lim.	>φ<

3. Ligar os cabos de medição uns aos outros, como indicado na Fig. 5

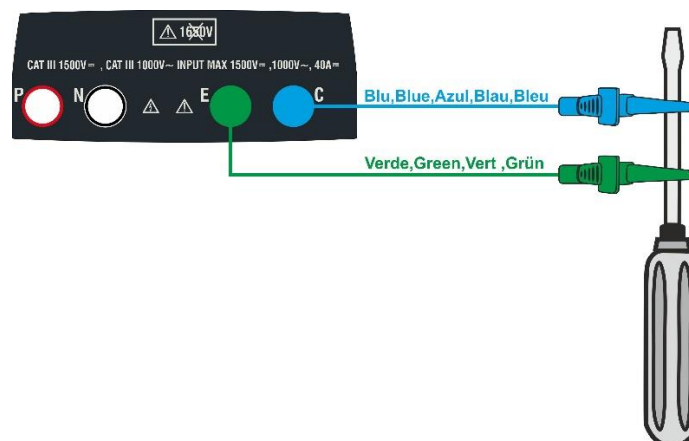


Fig. 5: Compensação da resistência do cabo de medição

4. Premir o botão **GO/STOP** para ativar a calibração. As mensagens "**Medir...**", seguida de "**Verificar**" e "**Calibração OK**" são apresentadas em sequência no visor.

RPE		15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$		
Itest	- - -	mA		
<b>Medir...</b>				
STD	2.00 $\Omega$	- - - $\Omega$		
MODO	Lim.		> $\phi$ <	

5. No final do procedimento de compensação, se o valor da resistência medida for  $\leq 5\Omega$ , o instrumento emite um sinal acústico duplo para assinalar o resultado positivo do teste e apresenta o valor da resistência do cabo compensado, que será subtraído de todas as medições de continuidade subsequentes, na parte inferior direita do ecrã

RPE		15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$		
Itest	- - -	mA		
STD	2.00 $\Omega$	0.06 $\Omega$		
MODO	Lim.		> $\phi$ <	

### 6.3.2. Efetuar medições de continuidade no modo Standard (STD)

1. Posicionar o cursor no item **RPE** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O ecrã seguinte aparece no visor. O símbolo "**STD**" aparece no ecrã

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	Ω	
Itest	- - -	mA	
STD	2.00Ω	- - - Ω	
MODO	Lim.		>φ<

2. Com as botões de setas **◀** ou **▶** seleccionar a posição "**Lim.**". O ecrã ao lado aparece no visor.
3. Utilizando as botões de seta (**▲**, **▼**) defina o limite de referência para a medição de continuidade seleccionável na gama **0.01Ω ÷ 9.99Ω** em passos de 0.01Ω (tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 não define um valor limite de resistência e os valores típicos são aproximadamente 1Ω o 2Ω)

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	Ω	
Itest	- - -	mA	
STD	2.00Ω	- - - Ω	
MODO	Lim.		>φ<

4. Efetuar a primeira calibração dos cabos de medição (ver § 6.3.1)
5. Ligar o instrumento ao módulo/string fotovoltaico em teste e ao nó de terra principal do sistema, como se mostra na Fig. 6

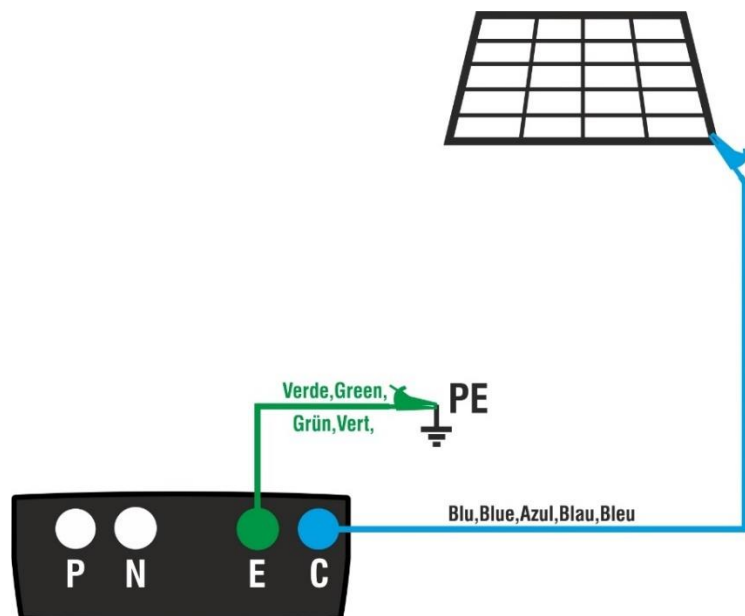



Fig. 6: Ligação de instrumentos para medição continuidade em estruturas de sistemas FV



#### ATENÇÃO


Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.3.4) e, conseqüentemente, falhar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

6. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**", como mostra a imagem de ecrã ao lado

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$	
Itest	- - -	mA	
<b>Medir...</b>			
STD	2.00 $\Omega$	0.06 $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

7. No final da medição, o instrumento indica o valor da resistência do objeto em teste. Se o resultado for inferior ao limite máximo definido, o instrumento apresenta a mensagem "**OK**" (valor inferior ou igual ao limite definido); caso contrário, apresenta a mensagem "**NO OK**" (valor superior ao limite definido), como indicado no ecrã ao lado

8. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

RPE	15/10 – 18:04		
R	0.23	$\Omega$	
Itest	210	mA	
<b>OK</b>			
STD	2.00 $\Omega$	0.06 $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

### 6.3.3. Realização de medições de continuidade no modo de temporizador (TMR)

1. Posicionar o cursor no item **RPE** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. Aparece o seguinte ecrã no visor.
2. Utilize os botões de seta (**▲**, **▼**) para selecionar o modo de temporizador. O símbolo 'TMR' é apresentado no visor.

RPE	15/10 – 18:04			
R	- - -		$\Omega$	
Itest	- - -		mA	
T	- - -		s	
TMR	2.00 $\Omega$	12s	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.	Tempo	> $\phi$ <	

3. Utilizar as botões de setas **◀** ou **▶** selecionando o campo "**Lim.**". O ecrã ao lado aparece no visor.
4. Utilizando as botões de seta (**▲**, **▼**) defina o limite de referência para a medição de continuidade selecionável na gama **0.01 $\Omega$  ÷ 9.99 $\Omega$**  em passos de 0.01 $\Omega$  (tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 não define um valor limite de resistência e os valores típicos são aproximadamente 1 $\Omega$  o 2 $\Omega$ )

RPE	15/10 – 18:04			
R	- - -		$\Omega$	
Itest	- - -		mA	
T	- - -		s	
TMR	2.00 $\Omega$	12s	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.	Hora	> $\phi$ <	

5. Utilizar as botões de seta **◀** ou **▶** selecionando a posição "**Hora**". O ecrã ao lado aparece no visor.
6. Utilizando as botões de seta (**▲**, **▼**) definir a duração da medição de continuidade (**Timer**) selecionável no intervalo **3s ÷ 99s com incrementos de 3s**

RPE	15/10 – 18:04			
R	- - -		$\Omega$	
Itest	- - -		mA	
T	- - -		s	
TMR	2.00 $\Omega$	12s	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.	Hora	> $\phi$ <	

7. Efetuar a primeira calibração dos cabos de medição (ver § 6.3.1)
8. Ligar o instrumento ao módulo/string em teste e ao nó de terra principal do sistema, como se mostra na Fig. 6



#### ATENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.3.4) e, conseqüentemente, falhar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

9. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento inicia uma série de medições contínuas durante a duração do temporizador definido, emitindo um breve sinal sonoro de 3 em 3 segundos, alternado com as mensagens "**Medir...**" e "**Por favor aguarde...**" como se mostra na imagem de ecrã ao lado. Desta forma, é possível ao operador deslocar-se de um ponto para outro no local onde está a ser efetuada a medição.

RPE	15/10 – 18:04			
R	0.23	$\Omega$		
I <sub>test</sub>	209	mA		
T	11	S		
<b>Por favor aguarde...</b>				
TMR	2.00 $\Omega$	12s	0.06 $\Omega$	
MODO	Lim.	Hora	> $\phi$ <	

10. No final da medição, o instrumento indica o valor máximo de todas as medições parciais efetuadas. Se o resultado for inferior ao limite máximo definido, o instrumento apresenta a mensagem "**OK**" (valor inferior ou igual ao limiar do limite definido); caso contrário, apresenta a mensagem "**NO OK**" (valor superior ao limiar do limite definido), como indicado no ecrã ao lado

RPE	15/10 – 18:04			
R	0.54	$\Omega$		
I <sub>test</sub>	209	mA		
T	0	S		
<b>OK</b>				
TMR	2.00 $\Omega$	12s	0.06 $\Omega$	
MODO	Lim.	Hora	> $\phi$ <	

11. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

### 6.3.4. Situações anómalas

1. Para repor o valor da resistência compensada, efetuar um novo procedimento de compensação com uma resistência superior a  $5\Omega$ , por exemplo, com cabos de teste abertos. A mensagem "**Reajuste calib.**" aparece no ecrã
2. Se o instrumento detetar uma tensão superior a 3V nos seus terminais E e C, não efetua o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "V.Input > 3V".
3. Se se verificar que a resistência calibrada é superior à resistência medida, o instrumento emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "**Reajuste calib.**"
4. Se o instrumento detetar uma resistência nos seus terminais superior a  $5\Omega$  emite um sinal sonoro longo, repõe o valor compensado a zero e apresenta a mensagem "**Reajuste calib.**"
5. Se se verificar que a resistência calibrada é superior à resistência medida (por exemplo, devido à utilização de cabos diferentes dos fornecidos), o instrumento emite um sinal sonoro prolongado e apresenta um ecrã como o da figura ao lado. Efetuar um reset e recalibrar os cabos.

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$	
Itest	- - -	mA	
<b>Reajuste calib.</b>			
STD	2.00 $\Omega$	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$	
Itest	- - -	mA	
<b>V.Input &gt; 3V</b>			
STD	2.00 $\Omega$	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

RPE	15/10 – 18:04		
R	0.03	$\Omega$	
Itest	212	mA	
<b>Reajuste calib</b>			
STD	2.00 $\Omega$	0.220 $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

RPE	15/10 – 18:04		
R	>4.99	$\Omega$	
Itest	49	mA	
<b>Reajuste calib</b>			
STD	2.00 $\Omega$	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

RPE	15/10 – 18:04		
R	- - -	$\Omega$	
Itest	- - -	mA	
<b>Rcal &gt; Rmed</b>			
STD	2.00 $\Omega$	- - - $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <

#### 6.4. $M\Omega$ – MEDIÇÃO DO ISOLAMENTO EM MÓDULOS/STRINGS/CAMPOS FV

O objetivo desta medição é efetuar medições da resistência de isolamento dos condutores ativos de módulos, cadeias de cabos e campos FV, de acordo com os requisitos do normas IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-2, **sem necessidade de utilizar um interruptor externo para ligar os terminais positivo e negativo** (ver § 11.4)



#### ATENÇÃO

- **NÃO utilizar esta função para efetuar medições de isolamento em strings ou módulos fotovoltaicos que integrem dispositivos MLPE** (microinversores, otimizadores de potência ou dispositivos de desligamento rápido – RSD). A execução de ensaios de isolamento nestas configurações **pode provocar danos tanto nos dispositivos MLPE como no próprio equipamento. Para a gestão destas situações, consultar o modo “OPT” (ver § 6.6)**
- Não toque nas massas dos módulos durante a medição, pois podem estar em potencial perigoso mesmo com o sistema desconectado devido à tensão gerada pelo instrumento
- A medição pode dar resultados incorretos se a referência de terra não estiver corretamente conectada à entrada **E**
- Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição definindo a função TMR curto-circuitando os terminais **N** e **E**, verificando um valor de isolamento próximo de zero e um valor fora de escala com os terminais **N** e **E** abertos



#### ATENÇÃO

- **A medição do isolamento pode ser efetuada num único módulo, num string ou num sistema constituído por vários strings ligados em paralelo**
- Desligar o string/planta do inversor e dos eventuais para-raios
- Se o módulo/cordão/planta tiver um pólo ligado à terra, esta ligação deve ser temporariamente seccionada.
- De acordo com a norma IEC/EN62446-1, a tensão de ensaio  $V_{test}$  deve ser  $\geq$  tensão nominal do sistema
- A norma IEC/EN62446-1 define  $1M\Omega$  como o valor limite mínimo da resistência de isolamento para sistemas com tensão nominal superior a 120V
- É aconselhável efetuar a medição do isolamento diretamente no módulo/corda/campo a montante de quaisquer díodos de bloqueio

O instrumento efetua a medição do isolamento das seguintes formas:

- Modo **DUAL** → o instrumento efetua a medição do isolamento em sequência entre o pólo positivo (+) e a referência PE e entre o pólo negativo (-) e a referência PE dos módulos, strings ou conjuntos PV e calcula a resistência global de paralelo  $R_p$
- Modo **TMR** → o instrumento efetua a medição em modo contínuo (com uma duração máxima de 999s) entre o terminal "N" e a referência PE, visualizando o valor mínimo obtido da **resistência paralela entre os pólos (+) e (-)** de strings/módulos ou uma resistência de isolamento genérica de cabos **não energizados** no final do período de tempo selecionado. Neste modo, o instrumento efetua também o cálculo dos parâmetros DAR (Dielectric Absorption Ratio) e PI (Polarisation Index) se a duração do ensaio for adequada para o cálculo dos parâmetros acima referidos

### 6.4.1. Execução da medição do isolamento - Modo DUAL

1. Posicionar o cursor em **MΩ** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O visor apresenta o ecrã ao lado. Utilizando novamente as botões de setas (**▲**, **▼**) selecionar o modo de medição "**DUAL**" na posição "MODE"

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
V <sub>test</sub>	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	0V	0V	0V
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

2. Utilize as botões de setas **◀** ou **▶** para selecionar a posição '**Vtest**' para definir a tensão de teste
3. Utilize as botões de seta (**▲**, **▼**) para selecionar uma das seguintes tensões de teste (V<sub>nom</sub>): **250, 500, 1000, 1500VDC**. Tenha em atenção que, de acordo com a norma IEC/EN62446-1, a tensão de teste V<sub>test</sub> deve ser ≥ tensão nominal do sistema

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
V <sub>test</sub>	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	0V	0V	0V
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

4. Utilizar as botões de seta **◀** ou **▶** selecionando a posição "**Lim.**". O ecrã ao lado aparece no visor.
5. Utilizando as botões de setas (**▲**, **▼**) defina o limite mínimo para a medição do isolamento, selecionável entre os valores **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**. Tenha em atenção que a norma IEC 64-8 estabelece um valor limite mínimo de resistência de isolamento de 1MΩ para sistemas com uma tensão nominal superior a 120V.

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
V <sub>test</sub>	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	0V	0V	0V
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

6. Ligar o instrumento ao string FV em teste, como mostra a Fig. 7. **O teste também pode ser efetuado com vários string em paralelo. Note-se que os eventuais para-raios ligados às strings da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio**

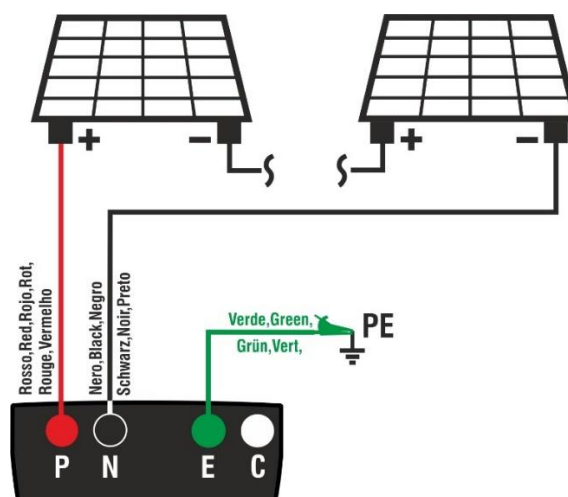


Fig. 7: Ligação do instrumento para medição do isolamento em modo DUAL

## ATENÇÃO



Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

7. **Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s para ativar o teste.** Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**" como mostra a imagem de ecrã ao lado. O campo "**Vtest**" mostra a tensão de teste efetiva gerada pelo instrumento. **A duração do teste pode variar consoante a presença ou ausência de capacitância parasita presente**

MΩ		15/10 – 18:04		
	(+)	(-)		
Vtest	- - -	- - -	V	
Riso	- - -	- - -	MΩ	
	Rp	- - -	MΩ	
	VPN	VPE	VNE	
	1480V	750V	-748V	
Medir...				
DUAL	1500V	1.00MΩ		
MODO	Vtest.	Lim.		

8. O instrumento efetua as seguintes medições em sequência:
- Isolamento entre o pólo positivo (+) do string e a referência de terra
  - Isolamento entre o pólo negativo do string (-) e a referência de terra
  - Cálculo do valor da resistência Rp dado pelas medições paralelas (+) e (-)

Se "**Rp ≥ Lim**", o instrumento emite a mensagem "**OK**", indicando que a medição foi efetuada com êxito. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

MΩ		15/10 – 18:04		
	(+)	(-)		
Vtest	1510	1515	V	
Riso	>100	>100	MΩ	
	Rp	>100	MΩ	
	VPN	VPE	VNE	
	1480V	750V	-730V	
OK				
DUAL	1500V	1.00MΩ		
MODO	Vtest.	Lim.		

### 6.4.2. Execução da medição do isolamento – Modo TMR

1. Posicionar o cursor em **MΩ** com as botões de setas (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. Utilizando novamente as botões de setas (▲, ▼) selecionar o modo de medição "**TMR**" na posição "**MODE**"

MΩ		15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V	
Ri(-)	- - -		MΩ	
Time	- - -		s	
DAR	- - -	PI	- - -	
	VPN	VPE	VNE	
	---V	---V	0V	
	TMR	1500V	1.00MΩ	3s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora	

2. Utilize as botões de setas ◀ ou ▶ para selecionar a posição "**Vtest**" para definir a tensão de teste
3. Utilize as botões de seta (▲, ▼) para selecionar uma das seguintes tensões de teste (Vnom): **250, 500, 1000, 1500VDC**. Tenha em atenção que, de acordo com a norma IEC/EN 62446-1, a tensão de teste Vtest deve ser ≥ tensão nominal do sistema

MΩ		15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V	
Ri(-)	- - -		MΩ	
Time	- - -		s	
DAR	- - -	PI	- - -	
	VPN	VPE	VNE	
	---V	---V	0V	
	TMR	1500V	1.00MΩ	3s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora	

4. Com as botões de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição "**Lim.**". O ecrã ao lado aparece no visor.
5. Utilizando as botões de seta (▲, ▼) defina o limite **mínimo** para a medição do isolamento, selecionável entre os valores **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**. Tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 estabelece um valor limite mínimo de resistência de isolamento de 1MΩ para sistemas com uma tensão nominal superior a 120V

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V
Ri(-)	- - -		MΩ
Time	- - -		s
DAR	- - -	PI	- - -
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	0V
TMR	1500V	1.00MΩ	3s
MODO	Vtest.	<b>Lim.</b>	Hora

6. Com as botões de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição "**Hora**". O ecrã ao lado aparece no visor.
7. Usando as botões de seta (▲, ▼) definir o tempo de medição no intervalo: **3s ÷ 999s**

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V
Ri(-)	- - -		MΩ
Time	- - -		s
DAR	- - -	PI	- - -
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	0V
TMR	1500V	1.00MΩ	3s
MODO	Vtest.	Lim.	<b>Hora</b>

8. Ligar o instrumento ao **string FV em teste**, como mostra a Fig. 8. **O teste também pode ser efetuado em várias strings em paralelo entre si.** Tenha em atenção que os eventuais para-raios ligados às strings da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio

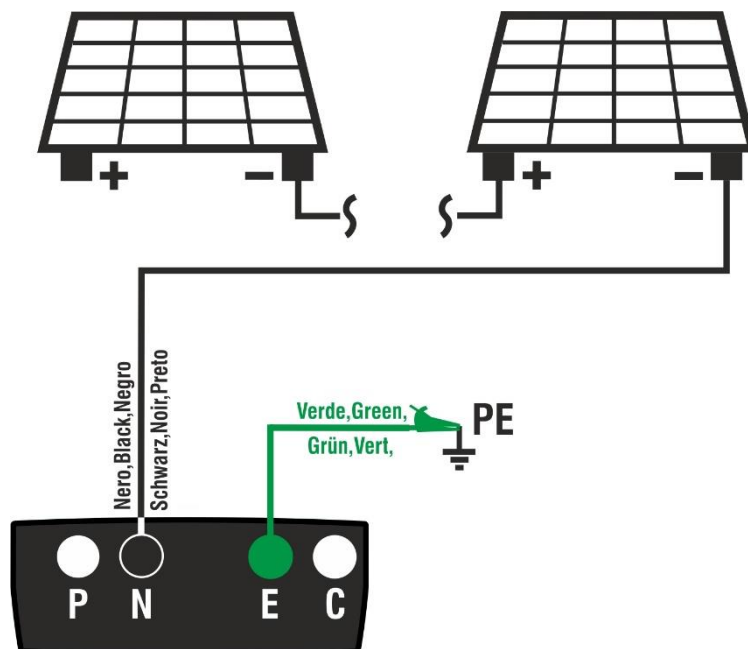


Fig. 8: Ligação do instrumento para medição do isolamento no modo TMR

### ATENÇÃO



Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

9. **Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**", como mostra a imagem de ecrã ao lado. O campo "Vtest (-)" mostra a tensão de teste efetiva gerada pelo instrumento

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V
Ri(-)	- - -		MΩ
Time	- - -		s
DAR	- - -	PI	- - -
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	- 632V
<b>Medir...</b>			
TMR	1500V	1.00MΩ	700s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora

10. Se "**Ri(-) ≥ Lim**", o instrumento emite a mensagem "**OK**" indicando o êxito da medição  
 Se o tempo de medição for  $\geq 60s$ , o instrumento apresenta o valor do parâmetro DAR (Dielectric Absorption Ratio - rácio de absorção dielétrica) no ecrã (ver § 11.2)  
 Se o tempo de medição for  $\geq 600s$ , o instrumento mostra tanto o valor do parâmetro DAR (Dielectric Absorption Ratio) como o valor do parâmetro PI (Polarisation Index) no ecrã (ver § 11.1)  
 Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	1540		V
Ri(-)	>100		MΩ
Time	600		s
DAR	1.41	PI	1.02
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	- 632V
<b>OK</b>			
TMR	1500V	1.00MΩ	700s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora

### 6.4.3. Situações anómalas

- Se o instrumento detetar uma das seguintes condições: " $|VPN| > 1500V$ ", " $|VPE| > 1500V$ " ou " $|VNE| > 1500V$ ", interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**V.Input > 1500VCC**" é apresentada no visor. Verificar a tensão de saída do string fotovoltaico

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
Vtest	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	>1500V	750V	-750V
<b>V.Input &gt; 1500VCC</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

- No modo DUAL, se o instrumento detetar uma tensão **VPN < 0V** quando o botão **GO/STOP** é premido, interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**Reverse P-N**" é apresentada no visor. Verificar a polaridade e as ligações do instrumento à cadeia PV

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
Vtest	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	-1480V	-750V	748V
<b>Reverse P-N</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

- No modo DUAL, se o instrumento detetar uma tensão **VPN < 15V** quando o botão **GO/STOP** é premido, pára a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**V.Input < 15VCC**" é apresentada no disp. Verificar a tensão de saída do string PV, que deve ser  $\geq 15V$

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
Vtest	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	10V	5V	-5V
<b>V.Input &lt; 15VCC</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

- No modo DUAL, se o instrumento detetar uma das seguintes condições nas tensões medidas quando o botão **GO/STOP** é premido:

$$\text{RMS}(VPN) - |(VPN) \text{ DC}| < 10$$

$$\text{RMS}(VPE) - |(VPE) \text{ DC}| < 10$$

$$\text{RMS}(VNE) - |(VNE) \text{ DC}| < 10$$

não for satisfeita (**presença de componentes CA nas tensões de entrada**) interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**V.Input > 10VCA**" é apresentada no ecrã. Verifique se a string PV está desligada do inversor e se os respetivos cabos estão separados de quaisquer outras fontes de tensão CA auxiliares

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+) (-)		
Vtest	- - -	- - -	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	1480V	750V	-730V
<b>V.Input &gt; 10VCA</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

5. Se o instrumento detetar que a tensão entre os pólos positivo e negativo é superior à tensão de teste definida, a mensagem "**VPN>Vtest**" é apresentada no ecrã e o instrumento bloqueia o teste por não estar em conformidade com a norma IEC/EN62446-1. Verificar a tensão nominal do sistema, alterar o parâmetro e o **Vtest**, se necessário, e repetir o ensaio.

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+)	(-)	
Vtest	1420	1410	V
Riso	- - -	- - -	MΩ
	Rp	- - -	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	1480V	750V	-730V
<b>VPN&gt;Vtest</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

6. Se o instrumento detetar que **Rp<Lim**, a mensagem "**NO OK**" é apresentada no ecrã

MΩ	15/10 – 18:04		
	(+)	(-)	
Vtest	1540	1520	V
Riso	0.1	>100	MΩ
	Rp	0.1	MΩ
	VPN	VPE	VNE
	1480V	750V	-730V
<b>NÃO OK</b>			
DUAL	1500V	1.00MΩ	
MODO	Vtest.	Lim.	

7. No modo TMR se o instrumento detetar uma tensão **positiva** entre os terminais **N** e **E**, a mensagem "**Reverse E-N**" será mostrada no visor e o teste não será realizado. Inverta as ligações nas entradas do instrumento, tendo em atenção que **deve estar sempre presente um potencial negativo** no terminal **N**

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V
Ri(-)	- - -		MΩ
Time	- - -		s
DAR	- - -	PI	- - -
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	632V
<b>Reverse E-N</b>			
TMR	1500V	1.00MΩ	700s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora

8. No modo TMR se a tensão VNE medida for superior à tensão de teste, o instrumento apresenta a mensagem "**VEN > Vtest**" quando o teste é activado. Selecione uma tensão de teste **superior** à tensão medida para realizar o teste corretamente

MΩ	15/10 – 18:04		
Vtest(-)	- - -		V
Ri(-)	- - -		MΩ
Time	- - -		s
DAR	- - -	PI	- - -
	VPN	VPE	VNE
	---V	---V	-632V
<b>VEN &gt; Vtest</b>			
TMR	500V	1.00MΩ	3s
MODO	Vtest.	Lim.	Hora

### 6.5. GFL – PESQUISA DE CONDIÇÕES DE BAIXO ISOLAMENTO EM CADEIAS FV

Na função GFL (Ground Fault Locator), o instrumento é capaz de fornecer uma indicação da localização de um possível defeito único de baixo isolamento numa cadeia do sistema devido, por exemplo, à infiltração de água ou humidade dentro das caixas de junção dos módulos FV. O instrumento mede as tensões de entrada e, com base no desequilíbrio entre V(+) e V(-) em relação à terra, identifica a posição presumida do defeito na cadeia. Para mais detalhes consulte § 11.3.



#### ATENÇÃO

- **NÃO utilizar esta função em strings ou módulos fotovoltaicos que integrem dispositivos MLPE** (microinversores, otimizadores de potência ou dispositivos de desligamento rápido – RSD). A execução do teste GFL nestas configurações pode **provocar danos tanto nos dispositivos MLPE como no próprio equipamento (ver § 11.5)**
- Não toque nas massas dos módulos durante a medição, pois podem estar em potencial perigoso mesmo com o sistema desconectado devido à tensão gerada pelo instrumento
- A medição pode dar resultados incorretos se a referência de terra não estiver corretamente conectada à entrada **E**
- Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição definindo a função TMR curto-circuitando os terminais **N** e **E**, verificando um valor de isolamento próximo de zero e um valor fora de escala com os terminais **N** e **E** abertos



#### ATENÇÃO

- A função GFL fornece resultados corretos **APENAS** nas seguintes condições:
- Ensaio efetuado **a montante de eventuais díodos de bloqueio numa string única** desligada do inversor, de eventuais descarregadores e de ligações funcionais à terra.
  - **Defeito único** de baixo isolamento que ocorre em qualquer ponto da cadeia
  - Resistência de isolamento de falha única **<1.00MΩ**
  - Devido à natureza aleatória destas falhas, **recomenda-se** a realização de medições em condições ambientais semelhantes àquelas em que a falha foi comunicada

1. Posicionar o cursor no item **GFL** com as botões de seta (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O visor apresenta o ecrã ao lado. “**Rp**” indica o paralelismo das resistências de isolamento dos pólos positivo (+) e negativo (-) do string em teste.

GFL		15/10 – 18:04		
Rp	- - -	MΩ		
VPN	VPE	VNE		
0V	0V	0V		
10	1500V	0.23MΩ		
NMOD	Vtest.	Lim.		

- Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionando a posição "NMOD" para definir o número de módulos na cadeia em teste
- Utilize os botões com as setas (▲, ▼) para selecionar um número de módulos entre:  $4 \div 60$

GFL		15/10 – 18:04		
Rp	- - -	MΩ		
VPN	0V	VPE	0V	VNE
				0V
10	1500V	0.23MΩ		
NMOD	Vtest.	Lim.		

- Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionar a posição "Vtest" para definir a tensão de ensaio
- Utilize os botões com as setas (▲, ▼) para selecionar uma das seguintes tensões de teste (Vnom): **250, 500, 1000, 1500VDC**. De acordo com a norma IEC/EN62446-1, recomenda-se que se defina a tensão de ensaio  $V_{test} \geq V_{nom}$  do sistema

GFL		15/10 – 18:04		
Rp	- - -	MΩ		
VPN	0V	VPE	0V	VNE
				0V
10	1500V	0.23MΩ		
NMOD	Vtest.	Lim.		

- Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionando a posição "Lim.". O ecrã ao lado aparece no mostrador.
- Utilize os botões com as setas (▲, ▼) para definir o limiar mínimo do limite de referência para a medição do isolamento, selecionável de entre os valores: **0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ**

GFL		15/10 – 18:04		
Rp	- - -	MΩ		
VPN	0V	VPE	0V	VNE
				0V
10	1500V	0.23MΩ		
NMOD	Vtest.	Lim.		

- Ligar o instrumento ao string FV em teste, como indicado na Fig. 9. Note-se que os eventuais para-raios ligados aos cabos da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio

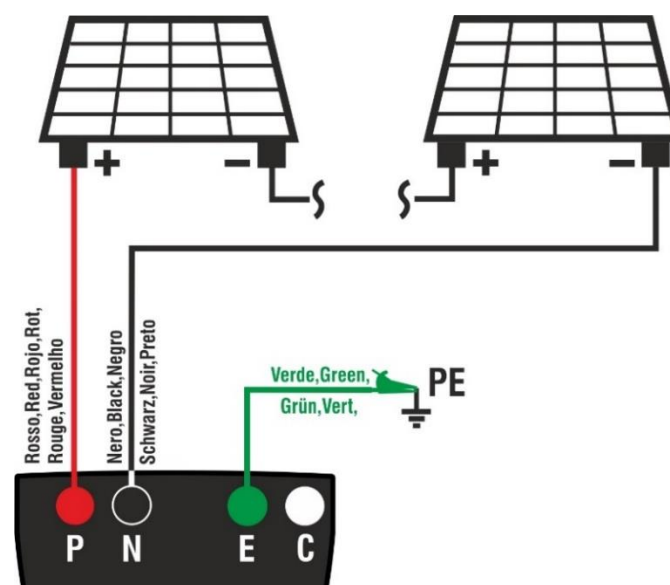


Fig. 9: Ligação do instrumento para medição do isolamento no modo GFL

## ATENÇÃO



- Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste
- A função GFL **deve ser utilizada** somente **após ter realizado a medição de isolamento principal (teste DUAL)** em módulos e/ou strings com resultados negativos

9. **Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s para ativar o teste.** Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "Medir...", como mostra a imagem de ecrã ao lado

GFL 15/10 - 18:04			
Rp	- - -	MΩ	
VPN	VPE	VNE	
0V	0V	0V	
Medir...			
10	1500V	0.23MΩ	
NMOD	Vtest.	Lim.	

10. **Na ausência de condições de falha ( $R_p \geq Lim$ ),** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "OK" é apresentada no visor.  
A condição "OK" também pode ocorrer na presença **de mais de uma falha** presente no string (destacada por um teste reprovado realizado anteriormente com a função DUAL), condição que torna **ineficaz** a função GFL

GFL 15/10 - 18:04			
Rp	> 100	MΩ	
VPN	VPE	VNE	
1480V	750V	-730V	
OK			
14	1500V	0.23MΩ	
NMOD	Vtest.	Lim.	

## ATENÇÃO



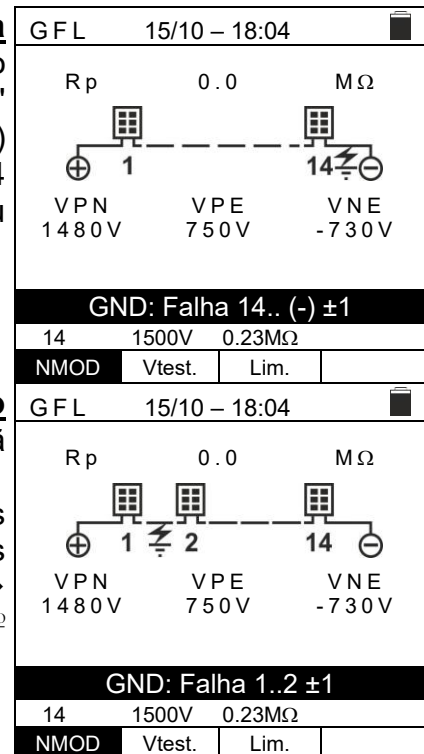
Na presença de uma condição de falha verificada, a função GFL exhibe:

- A posição do módulo defeituoso com tolerância  **$\pm 1$  módulo** por **NMOD  $\leq 35$**
- A posição do módulo defeituoso com tolerância  **$\pm 3$  módulo** por **NMOD  $> 35$**
- **Recomenda-se** dividir a string em substrings **com menor número de módulos** para obter melhores resultados de teste

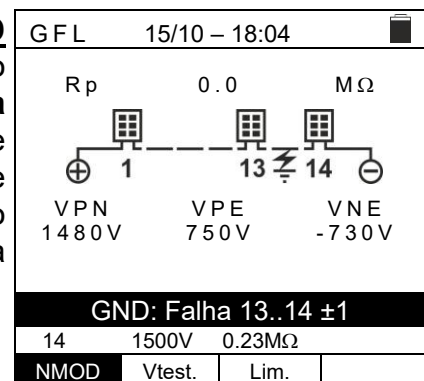
11. **Se houver uma falha ( $R_p < Lim$ ) na posição 0 (a montante do primeiro módulo),** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "GND: Falha (+)..1  $\pm N$ " no visor. Verificar o estado de isolamento do condutor (+) proveniente do string. No caso da figura, tendo NMOD=14 → Tolerância =  $\pm 1$ , a falha pode ser encontrada antes ou depois do primeiro módulo

GFL 15/10 - 18:04			
Rp	0.0	MΩ	
VPN	VPE	VNE	
1480V	750V	-730V	
GND: Falha (+)..1 $\pm 1$			
14	1500V	0.23MΩ	
NMOD	Vtest.	Lim.	

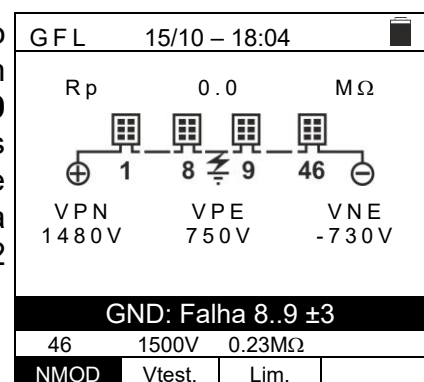
12. **Em caso de defeito ( $R_p < Lim$ ) na posição NMOD+1 (a jusante do último módulo),** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falhs NMOD...(-)  $\pm N$** " no visor. Verificar o estado de isolamento do condutor (-) proveniente do string. No caso da figura, tendo NMOD=14  $\rightarrow$  Tolerância =  $\pm 1$ , a falha pode ser encontrada antes ou depois do último módulo



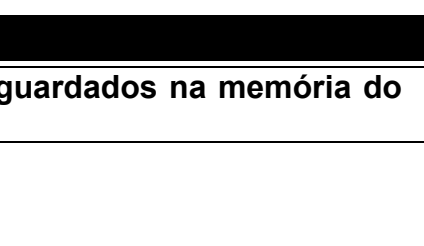
13. **Se houver uma falha ( $R_p < Lim$ ) na posição 1 (entre o módulo 1 e o módulo 2),** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falha 1..2  $\pm N$** " no visor. Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados (1 e 2 no exemplo) e dos respetivos cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=14  $\rightarrow$  Tolerância =  $\pm 1$ , a falha pode ser encontrada antes do 1º módulo ou entre o primeiro e o terceiro módulo



14. **Se houver uma falha ( $R_p < Lim$ ) na posição NMOD (entre o penúltimo e o último módulo),** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falha NMOD-1..NMOD  $\pm N$** " no visor. Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados e dos seus cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=14  $\cdot$  Tolerância =  $\pm 1$ , a falha pode ser encontrada entre o 12º módulo e após o último módulo



15. **Se houver uma falha ( $R_p < Lim$ ) no interior da cadeia,** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem (relativa ao exemplo com NMOD = 46) "**GND: Falha 8..9  $\pm N$** " no visor. Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados e dos seus cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=46  $\rightarrow$  Tolerância =  $\pm 3$ , a falha pode ser encontrada entre o 5º módulo e o 12º módulo



### ATENÇÃO

Os resultados da função GFL não podem ser guardados na memória do instrumento

## 6.6. OPT – MEDIÇÃO DO ISOLAMENTO COM OTIMIZADORES DE POTÊNCIA

O objetivo desta medição é a realização de medições da resistência de isolamento dos condutores ativos em strings FV, em conformidade com os requisitos das normas IEC/EN 62446-1 e IEC/EN 61557-2, **na presença de MLPE (otimizadores de potência, dispositivos de desligamento rápido – RSD), sem necessidade de desligar estes dispositivos dos módulos fotovoltaicos** (ver § 11.5)



### ATENÇÃO

- Não tocar nas massas dos módulos durante a medição, uma vez que se pode verificar um potencial perigoso, mesmo com a instalação seccionada, devido à tensão gerada pelo equipamento.
- A medição pode apresentar resultados incorretos se a referência de terra não estiver corretamente ligada à entrada E.
- Recomenda-se uma verificação preliminar do correto funcionamento do equipamento antes de efetuar uma medição, **definindo a função TMR**, curto-circuitando os terminais N e E para verificar um valor de isolamento praticamente nulo e confirmando um valor fora de escala com os terminais N e E abertos.



### ATENÇÃO

- **A medição do isolamento pode ser efetuada num único módulo, numa string ou numa instalação constituída por várias strings ligadas em paralelo.**
- Seccionar a string/instalação do inversor e de eventuais descarregadores.
- Se o módulo/string/instalação tiver um polo ligado à terra, essa ligação deve ser temporariamente seccionada.
- A norma IEC/EN 62446-1 estabelece  $1M\Omega$  como o valor limite mínimo da resistência de isolamento para instalações com tensão nominal  $>120V$
- É aconselhável efetuar a medição do isolamento diretamente no módulo/string/campo, a montante de eventuais díodos de bloqueio.

O equipamento efetua a medição do isolamento na presença de otimizadores dos seguintes modos:

- **Medições com otimizadores equipados com dispositivo de desligamento rápido (RSD)** → o equipamento executa o ensaio em conformidade com a norma norte-americana NEC 690.12, que define os requisitos aplicáveis a este tipo de dispositivos (RSD = Rapid ShutDown) (ver § 11.5.1)
- **Medições com otimizadores NÃO equipados com dispositivo de desligamento rápido (RSD)** → o equipamento executa o ensaio de forma totalmente semelhante ao ensaio em modo DUAL (ver § 6.4.1)

**Em ambos os modos, o resultado é sempre constituído pelo parâmetro  $R_p$ , correspondente à resistência paralela das resistências de isolamento entre o polo positivo e o polo negativo da cadeia composta pela string e pelos otimizadores em ensaio. Este valor é posteriormente comparado com o limite mínimo definido no equipamento, sendo o resultado dessa comparação utilizado para determinar o êxito ou não do ensaio.**



### ATENÇÃO

**Consulte sempre, antes de mais, a ficha técnica do fabricante para obter informações sobre o modo de teste e quaisquer limitações do dispositivo MLPE em teste**

### 6.6.1. Medição do isolamento com otimizadores com função RSD

1. Posicionar o cursor sobre a opção **OPT** utilizando os botões de seta (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. No visor é apresentada a imagem correspondente. A mensagem “**Otimizador com desligamento rápido**” indica que a medição é efetuada em otimizadores equipados com a **função de desligamento rápido (RSD = Rapid ShutDown)**. São apresentados os seguintes parâmetros:

- **VTest** → tensão de ensaio na medição do isolamento
- **RLim** → limite mínimo na medição do isolamento
- **OTI.N** → número de otimizadores presentes na string
- **Vlim** → valor limite da tensão de saída de cada otimizador
- Valores das tensões VPN, VPE e VNE

OPT				15/10 – 18:04					
Rp				---				MΩ	
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				VPN		VPE		VNE	
				0V		0V		0V	
250V		0.6MΩ		10		1.0V			
VTest		RLim		OTI.N		Vlim			

2. **Utilizar o botões de seta (▲,▼)** para aceder à programação dos parâmetros de medição. A imagem correspondente é apresentada no visor. Utilizar os botões (**◀**, **▶**) para definir os valores. Estão disponíveis as seguintes opções:

- **Tensão teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento entre as opções: **100V, 250V, 500V, 1000V,1500VCC**. **Se o fabricante do MLPE (otimizador) não indicar uma tensão de ensaio específica, recomenda-se a definição de 100V**
- **RLim** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.25, 0.50, 0.60, 1.00, 50, 100, 200MΩ**
- **Deslig. rápido** → definir o tipo de otimizadores em ensaio com a opção: **ON (função RSD presente)**
- **N. Otimizador** → definir o número de otimizadores presentes na string em ensaio, no intervalo: **1 ÷ 60**.
- **Vlim** → definir o valor da tensão de saída de cada otimizador no intervalo **0.1V ÷ 2.0V**, com incrementos de **0.1V**.

OPT				15/10 – 18:04					
Tensão teste	:	◀	250	▶	V				
RLim	:	◀	0.6	▶	MΩ				
Deslig. rápido	:	◀	ON	▶					
N. Otimizador	:	◀	10	▶					
Vlim	:	◀	1.0	▶	V				
▼									

3. Premir o botão **SAVE** para guardar as configurações
4. Seccionar a string/as strings em ensaio da combiner box/inversor e aguardar pelo **menos 30s** (tempo máximo indicado pela norma norte-americana **NEC 690.12**, necessário para que todos os otimizadores entrem efetivamente no estado de RSD ativado)
5. Ligar o equipamento à saída da série de otimizadores associada à string em ensaio, conforme ilustrado na Fig. 10. Em particular ligar o polo positivo à saída do **primeiro otimizador** ao terminal P, o polo negativo à saída do **último otimizador** ao terminal N o terminal E ao nó principal de terra da instalação

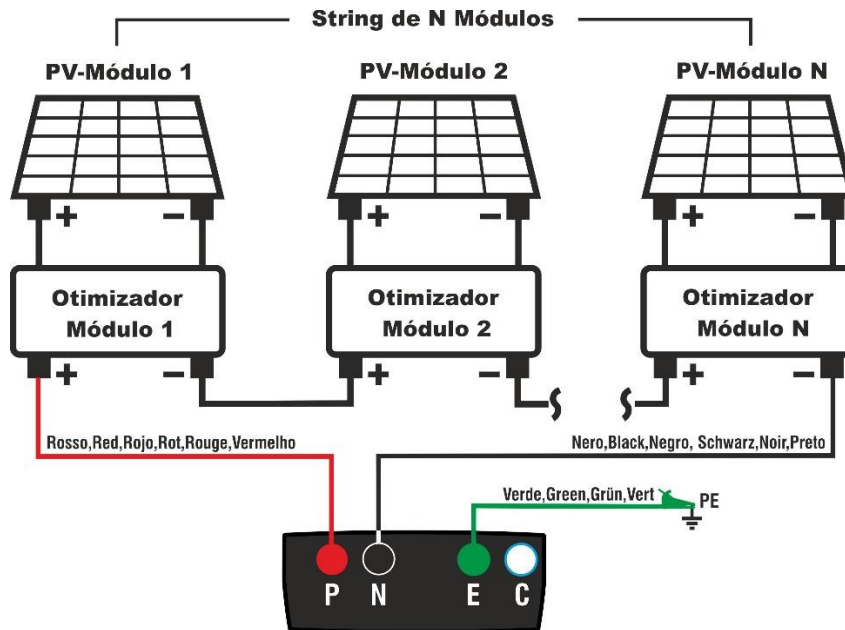


Fig. 10: Ligação do equipamento para medição do isolamento com otimizadores



### ATENÇÃO

Ao premir o botão **GO/STOP**, o equipamento pode apresentar várias mensagens de erro (ver § 6.6.3) e, como consequência, não executar o ensaio. Verificar e eliminar, sempre que possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste.

6. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Na ausência de condições de erro, o equipamento efetua a medição da tensão entre os terminais P e N, entre o primeiro e o último otimizador, verificando que  $V_{PN} \leq 30V$  (em conformidade com a norma **NEC 690.12**) e, em caso positivo, apresenta a mensagem "**Medir...**", conforme ilustrado na imagem ao lado.

OPT		15/10 – 18:04		🔋	
Rp    ---    MΩ					
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>					
V <sub>PN</sub>	V <sub>PE</sub>	V <sub>NE</sub>			
10V	5V	-5V			
<b>Medir...</b>					
250V	0.6MΩ	10	1.0V		
V <sub>Test</sub>	R <sub>Lim</sub>	OTI..N	V <sub>lim</sub>		

7. No final da medição, o valor da resistência de isolamento **R<sub>p</sub>**, obtido a partir do **paralelo das resistências da cadeia constituída pela string e pelos otimizadores**, é apresentado no visor. Se esse valor for  $\geq R_{Lim}$ , é apresentada a mensagem "**OK**", indicando um resultado positivo do teste. Se esse valor for  $< R_{Lim}$ , o teste é considerado inválido e é apresentada a mensagem "**NO OK**".

OPT		15/10 – 18:04		🔋	
Rp    92    MΩ					
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>					
V <sub>PN</sub>	V <sub>PE</sub>	V <sub>NE</sub>			
10V	5V	-5V			
<b>OK</b>					
250V	0.6MΩ	10	1.0V		
V <sub>Test</sub>	R <sub>Lim</sub>	OTI..N	V <sub>lim</sub>		



### ATENÇÃO

Os resultados da função OPT não podem ser guardados na memória do equipamento

### 6.6.2. Medição do isolamento com otimizadores sem função RSD

1. Posicionar o cursor sobre a opção **OPT** utilizando os botões de seta (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. No visor é apresentada a imagem correspondente. A mensagem "**Otimizador sem desligamento rápido**" indica que a medição é efetuada em otimizadores **não equipados com a função de desligamento rápido (RSD = Rapid ShutDown)**. São apresentados os seguintes parâmetros:
  - **VTest** → tensão de ensaio na medição do isolamento
  - **RLim** → limite mínimo na medição do isolamento
  - Valores das tensões **VPN**, **VPE** e **VNE**

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador sem Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
0V	0V	0V		
100V	1.0MΩ			
VTest	RLim			

2. **Utilizar o botões de seta (▲,▼)** para aceder à programação dos parâmetros de medição. A imagem correspondente é apresentada no visor. Utilizar os botões (**◀**, **▶**) para definir os valores. Estão disponíveis as seguintes opções:
  - **Tensão teste** → Por razões de segurança, a tensão de teste **está definida para 100 VCC**
  - **RLim** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.25, 0.50, 0.60, 1.00, 50MΩ**
  - **Deslig. rápido** → definir o tipo de otimizadores em ensaio com a opção: **OFF (função RSD não presente)**

OPT		15/10 – 18:04		
Tensão teste	: ◀	<b>100</b>	▶ V	
RLim	: ◀	<b>0.6</b>	▶ MΩ	
Deslig. rápido	: ◀	<b>OFF</b>	▶	
▼				

3. Premir o botão **SAVE** para guardar as configurações
4. Ligar o equipamento à saída da série de otimizadores associada à string em ensaio, conforme ilustrado na Fig. 10. Em particular ligar o polo positivo à saída do **primeiro otimizador** ao terminal P, o polo negativo à saída do **último otimizador** ao terminal N ou ao terminal E ao nó principal de terra da instalação

#### ATENÇÃO



Ao premir o botão **GO/STOP**, o equipamento pode apresentar várias mensagens de erro (ver § 6.6.3) e, como consequência, não executar o ensaio. Verificar e eliminar, sempre que possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste.

5. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Na ausência de condições de erro e com a presença de uma **tensão VPN ≥ 15V entre os terminais P e N**, é apresentada a mensagem "**Medir...**", conforme ilustrado na imagem ao lado.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador sem Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
840V	430V	-410V		
<b>Medir...</b>				
100V	1.0MΩ			
VTest	RLim			

6. Ao terminar a medição, o valor da resistência de isolamento  $R_p$ , obtido a partir do **paralelo das resistências da cadeia constituída pela string e pelos otimizadores**, é apresentado no visor. Se esse valor for  $\geq$  **RLim**, é apresentada a mensagem “**OK**”, indicando um resultado positivo do teste. Se esse valor for  $<$  **RLim**, o teste é considerado inválido e é apresentada a mensagem “**NO OK**”.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp    76    MΩ <b>Otimizador sem Desligamento rápido</b>				
VP N	VPE	VNE		
840V	430V	-410V		
<b>OK</b>				
100V	1.0MΩ			
VTest	RLim			



### ATENÇÃO

Os resultados da função OPT não podem ser guardados na memória do equipamento

### 6.6.3. Situações anómalas

1. **No modo de desligamento rápido ON**, quando no equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, deteta uma tensão **VPN < 0 V**, o mesmo interrompe a medição, emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**Inverter P-N**”. Verificar a polaridade e as ligações do equipamento à string e aos otimizadores.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
-10V	-5V	5V		
<b>Inverter P-N</b>				
250V	0.6MΩ	10	1.0V	
VTest	RLim	OTI..N	Vlim	

2. **No modo de desligamento rápido ON**, quando no equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, deteta que a relação **VPN / N.º de otimizadores > Vlim**, interrompe a medição, o mesmo emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**Tensão Otimiz. > Vlim**”. Verificar as definições e as características da tensão fornecida à saída de cada otimizador.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
25V	11V	-14V		
<b>Tensão Otimiz. &gt; Vlim</b>				
250V	0.6MΩ	10	1.0V	
VTest	RLim	OTI..N	Vlim	

3. **No modo de desligamento rápido ON**, quando no equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, deteta uma tensão **VPN > 30 V**, o mesmo interrompe a medição, emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**V.Tot Otimiz. > 30V**” Verificar as definições e as características da tensão fornecida à saída de cada otimizador.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
65V	31V	-34V		
<b>V.Tot Otimiz. &gt; 30V</b>				
250V	0.6MΩ	10	1.0V	
VTest	RLim	OTI..N	Vlim	

4. Caso o equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, detete uma das seguintes condições nas tensões medidas:

$$\begin{aligned}
 &||(\text{AVG}(\text{VPN}) - \text{RMS}(\text{VPN})) / |\text{AVG}(\text{VPN})|| < 0.05 \\
 &||(\text{AVG}(\text{VPE}) - \text{RMS}(\text{VPE})) / |\text{AVG}(\text{VPE})|| < 0.05 \\
 &||(\text{AVG}(\text{VNE}) - \text{RMS}(\text{VNE})) / |\text{AVG}(\text{VNE})|| < 0.05
 \end{aligned}$$

Se a condição não for satisfatória (**presença de componentes CA nas tensões de entrada**), o equipamento interrompe a medição, emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**VCA > LIM**”. Verificar se a string se encontra desligada do inversor e se os respetivos cabos estão separados de outras eventuais fontes auxiliares de tensão CA.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
0V	0V	0V		
<b>VCA &gt; LIM</b>				
250V	0.6MΩ	10	1.0V	
VTest	RLim	OTI..N	Vlim	

5. **No modo de desligamento rápido ON**, caso o equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, detete uma corrente de curto-circuito superior a 1 A, interrompe a medição, emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**Isc > Ilim**”. Verificar as ligações do equipamento à string e aos otimizadores.

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador com Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
10V	5V	-5V		
<b>Isc &gt; Ilim</b>				
250V	0.6MΩ	10	1.0V	
VTest	RLim	OTI..N	Vlim	

6. **No modo de desligamento rápido OFF**, caso o equipamento, ao premir o botão **GO/STOP**, detete uma tensão **VPN < 15V**, interrompe a medição, emite um sinal sonoro prolongado e é apresentada no visor a mensagem “**V. Entrada < 15 VCC**”. Verificar a tensão de saída da string e dos otimizadores, que deve ser  $\geq 15V$ .

OPT		15/10 – 18:04		
Rp --- MΩ				
<b>Otimizador sem Desligamento rápido</b>				
VPN	VPE	VNE		
10V	5V	-5V		
<b>V. Entrada &lt; 15VCC</b>				
100V	1.0MΩ			
VTest	RLim			

## 6.7. DB – GESTÃO DE BASES DE DADOS DE FORMULÁRIOS

O equipamento permite a **gestão de um máximo de 63 módulos fotovoltaicos Monofaciais ou Bifaciais**, para além de um módulo DEFAULT que pode ser utilizado como referência se não tivermos informações sobre o tipo de módulo disponível.

Os parâmetros, referentes a 1 módulo, que podem ser definidos na definição são apresentados na Tabela 1 abaixo, juntamente com as gamas de medição, resolução e condições de validade:

Entrada	Descrição	Campo	Resolução	Notas
Prod	Nome do construtor de módulos	Max 15 caracteres		Só MAIUSCULAS
Nome	Nome do módulo	Max 15 caracteres		Só MAIUSCULAS
Tipo	Tipo de módulo	Monofacial Bifacial		
Voc	Tensão sem carga	15.00 ÷ 199.99V	0.01V	Voc ≥ Vmpp
Isc	Corrente de curto-circuito	0.50 ÷ 40.00A	0.01A	Isc ≥ Imp
Vmpp	Tensão de ponto de potência máxima	15.00 ÷ 199.99V	0.01V	Voc ≥ Vmpp
Imp	Corrente do ponto de potência máxima	0.50 ÷ 40.00A	0.01A	Isc ≥ Imp
Tmp.Isc (α)	Coeficiente de temperatura Isc	-0.100÷0.100 %/°C	0.001%/°C	100*α/ Isc ≤ 0.1
Tmp.Isc (β)	Coeficiente de temperatura Voc	-0.999÷-0.001%/°C	0.001 %/°C	100*β/Voc ≤ 0.999
Coef. Bif.	Coeficiente de bifacialidade (Apenas módulos bifaciais)	0.0 ÷ 100.0%	0.1%	

Tabela 1: Parâmetros associados a um módulo fotovoltaico

### 6.7.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico

1. Posicionar o cursor no item DB utilizando as botões de seta (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. O visor mostra o tipo de módulo selecionado e os valores dos parâmetros associados ao módulo (ver **Tabela 1**)

DB		15/10 – 18:04	
Fabr.	◀	SENEC	▶
Nome:	◀	M420	▶
Type	:	Bifacial	
Voc	:	38.00 V	
Isc	:	13.99 A	
Tmp.Isc (α)	:	0.046 %/°C	
Tmp.Voc (β)	:	-0.260 %/°C	
Coef.Bif.	:	90.0 %	
37/50			
Novo		Modif.	Delet. Livre

2. Utilizar as botões de seta (◀, ▶) para seleccionar o construtor do módulo (campo "**Fabr.**") e o nome do módulo (campo "**Nome**"), percorrendo as listas de construtores previamente definidos e guardados

DB		15/10 – 18:04	
Fabr..	◀	SENEC	▶
Nome:	◀	M420	▶
Type	:	Bifacial	
Voc	:	38.00 V	
Isc	:	13.99 A	
Tmp.Isc (α)	:	0.046 %/°C	
Tmp.Voc (β)	:	-0.260 %/°C	
Coef.Bif.	:	90.0 %	
37/50			
Novo		Modif.	Delet. Livre

4. Selecionar o comando "**Novo**" (que permite definir um novo módulo) e confirmar com **ENTER**. Utilize as botões de setas do botãodo virtual e defina o nome do construtor do módulo. Confirmar com "**OK**".

SAVE	15/10 – 18:04	
Fabricante		
SUNPOWER_		
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ( ) % Q W <b>E</b> R T Y U I O P <=> # A S D F G H J K L + - * / & Z X C V B N M . , ; : ! ? _ Ä Ö Ü ß µ Ñ Ç Á Í Ó Ú Û ¿ ¡ Á È É Û Ç Ä Ë Ì Ö Ü Æ Ø Å		
CANC <b>OK</b> NOVO		

5. Utilize as botões de seta do botãodo virtual e defina o nome do módulo. Confirmar com "**OK**".

SAVE	15/10 – 18:04	
Nome do modulo		
318WTH_		
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ( ) % Q W E R T Y U I O P <=> # A S D F G <b>H</b> J K L + - * / & Z X C V B N M . , ; : ! ? _ Ä Ö Ü ß µ Ñ Ç Á Í Ó Ú Û ¿ ¡ Á È É Û Ç Ä Ë Ì Ö Ü Æ Ø Å		
CANC <b>OK</b> NOVO		

3. Introduzir o valor de cada parâmetro (ver Tabela 1) de acordo com a ficha de dados do fabricante, se aplicável. Posicionar o cursor no parâmetro a definir utilizando as botões de setas (**▲**, **▼**) e definir o valor utilizando as botões de setas (**◀**, **▶**). Premir e manter premidas as botões (**◀**, **▶**) para efetuar uma definição rápida do valor.

DB	15/10 – 18:04	
Fabr..	SUNPOWER	
Nome:	318WTH	
Type	: ◀ Monofacial ▶	
Voc	: ◀ 64.70 ▶V	
Isc	: ◀ 6.20 ▶A	
Tmp.Isc(α)	: ◀ 0.057 ▶%/°C	
Tmp.Voc(β)	: ◀ -0.127 ▶%/°C	

4. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições ou **ESC/MENU** para sair sem guardar)



### ATENÇÃO

Quando o botão **SAVE** é premido, o instrumento verifica as condições indicadas na Tabela 1 e, se uma ou mais não forem verificadas, apresenta no visor uma das mensagens de erro indicadas no § 6.8 e não guarda a configuração definida até que as causas do erro sejam resolvidas

### 6.7.2. Modificação de um módulo FV existente

1. Selecione o módulo fotovoltaico a ser modificado na base de dados utilizando os botões de seta (◀, ▶)
2. Prima o botão **ENTER** e selecione o comando "**Modif.**" utilizando o botão de seta (▼)
3. Confirmar a seleção com **ENTER**
4. A ferramenta possui um botão virtual interno onde pode redefinir o nome do módulo ou deixá-lo inalterado utilizando as botões de setas (▲, ▼, ▶, ◀). Premir o botão **ENTER** permite introduzir cada carácter do nome digitado
5. Premir o botão **SAVE** para guardar o nome do novo módulo assim definido ou para aceder à programação dos novos parâmetros

DB		15/10 – 18:04	
Fabr.	◀	<b>SENEC</b>	▶
Nome:	◀	M 420	▶
Type	:	Bifacial	
Voc	:	38.00	V
Isc	:	13.99	A
Tmp.Isc(α)	:	0.046	%/°C
Tmp.Voc(β)	:	-0.260	%/°C
Coef.Bif.	:	90.0	%
			37/50
Novo		Modif.	Delet. Livre

### 6.7.3. Eliminar um módulo fotovoltaico existente

1. Selecione o módulo FV na base de dados utilizando os botões de seta (◀, ▶)
2. Prima o botão **ENTER** e selecione o comando "**Delet.**" utilizando o botão de seta (▼) para eliminar o módulo selecionado
3. Confirmar a seleção com **ENTER** ou premir **ESC/MENU** para sair da função
4. A posição "**Livre**" indica o número restante de módulos que ainda podem ser inseridos na BD em relação ao número máximo permitido (**64 módulos**)

DB		15/10 – 18:04	
Fabr.	◀	<b>SENEC</b>	▶
Nome:	◀	M 420	▶
Type	:	Bifacial	
Voc	:	38.00	V
Isc	:	13.99	A
Coef.Bif.	:	90.0	%
			37/50
Novo		Modif.	Delet. Livre



## ATENÇÃO

**Se eliminar o último módulo presente na base de dados, o equipamento gera automaticamente o módulo de DEFAULT**

## 6.8. IVCK – ENSAIO DE MÓDULOS E CADEIAS DE STRINGS FV

### 6.8.1. Introdução

Esta função efetua uma série de testes num módulo/string FV através de medições sequenciais:

- **Tensão em vazio Voc da string FV em ensaio**, medida em **OPC (OPerative Condition)**, ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da irradiância e da temperatura
- **Corrente de curto-circuito Isc**, em conformidade com os requisitos da norma IEC/EN62446-1, do string fotovoltaico em ensaio, medida em **OPC (OPerative Condition)**, ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da radiação e da temperatura
- **Resistência de isolamento em modo DUAL** com medição dos valores R(+), R(-) e Rp
- **Continuidade dos condutores de proteção com 200mA**



### ATENÇÃO

**NÃO realize medições de IVCK em strings ou módulos fotovoltaicos que integrem MLPEs** (microinversores, otimizadores de potência ou dispositivos de desconexão rápida – RSDs). A realização de testes em tais configurações **pode danificar tanto os MLPE como o instrumento (ver § 11.5.3.)**



### ATENÇÃO

- As opções de medição “Resistência de isolamento” e “Continuidade dos condutores de proteção” no test IVCK **podem ser desativadas**
- No caso de medições **Voc e Isc SEM medições de radiação e temperatura**, o instrumento apresenta apenas **os valores OPC**, compara-os com os valores médios (média deslizante das últimas 10 medições) e apresenta o resultado para comparação dos valores médios
- Nas medições **Voc e Isc CON** da irradiância e da temperatura, os dados nas condições OPC são automaticamente “traduzidos” pelo instrumento para as condições **STC (Standard Test Condition - Irradiância = 1000W/m<sup>2</sup>, Temperatura do Módulo = 25°C, Distribuição Espectral AM=1,5)**, a fim de serem comparados com as características declaradas pelo fabricante do módulo. **Nestas condições, é necessário utilizar a unidade remota SOLAR03 à qual estão ligadas as sondas de irradiância e temperatura**
- As medições da irradiância e da temperatura do módulo são efetuadas utilizando uma ou mais **células de referência HT305** (no caso de módulos de duas faces) e uma sonda de **temperatura PT305 ligada à unidade remota SOLAR03**, que comunica os dados em tempo real com o instrumento **através de uma ligação Bluetooth**
- As medições de irradiação e temperatura são recomendadas quando existem condições de irradiação instáveis ou quando é necessária a comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante. Neste caso, o equipamento fornece os resultados da medição diretamente no **STC**

**ATENÇÃO**

- Nas medições de irradiação realizadas com a(s) célula(s) de referência **HT305** **não é necessário** configurar a sensibilidade relativa e os valores alfa que são gerenciados **automaticamente** pelo **SOLAR03** após conectar estes acessórios à unidade remota
- Se a ligação Bluetooth entre o instrumento e a unidade remota seja crítica (longa distância ou transmissão através de paredes/obstáculos), **recomenda-se** realizar as medições traduzidas para as condições STC ativando o **registro** dos valores de irradiação/temperatura lido pela unidade SOLAR03 (ver § 6.8.4)

**ATENÇÃO**

- O **limite mínimo de radiação recomendado é de 700W/m<sup>2</sup>** → o instrumento efetua todas as verificações previstas para o teste I-V, gere todas as condições e mensagens de erro do teste I-V (número Mod. errado, Temp. fora do intervalo, presença de célula, Irr. Min, etc.) e calcula os valores em STC de Voc e Isc. Este modo é recomendado se pretender efetuar testes mais aprofundados nos módulos/strings em análise
- A página de resultados contém geralmente:
  - Valores de irradiação e temperatura (se disponíveis)
  - Os valores médios de Voc e Isc são calculados como a média dos valores correspondentes no OPC durante os últimos 10 ensaios armazenados e guardados. Se o número de ensaios for < 10, a média é calculada sobre o número de ensaios disponíveis. O primeiro ensaio apresentará traços no campo "valores médios", uma vez que não existem ensaios anteriores para calcular a média
  - Valores Voc e Isc medidos no OPC e quaisquer resultados parciais (apenas presentes se os valores STC não estiverem disponíveis) obtidos para comparação com valores médios.
  - Os valores Voc e Isc calculados a STC (se disponíveis) e quaisquer resultados parciais obtidos por comparação dos valores calculados a STC com os valores nominais (introduzidos nos formulários DB)
  - **O resultado global do teste (OK/NO). O resultado global será calculado com base nos resultados parciais da STC (se estes estiverem disponíveis) ou com base nos resultados parciais da OPC (se os valores da STC não estiverem disponíveis)**
  - **O instrumento não apresenta resultados globais se não estiver disponível um resultado parcial**

### 6.8.2. Teste IVCK sem unidade remota SOLAR03



#### ATENÇÃO

- Verificar se nenhuma unidade remota SOLAR03 está atualmente ativada. Se não for esse o caso, execute o comando “Unpair” para unidade ativa atual (ver § 6.2)
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500VCC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos FV ou strings ligados ao inversor
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string por string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se** que seja testada **uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botões de seta (▲,▼) e confirmar com ENTER. O ecrã ao lado aparece no visor. A mensagem “**U. Remoda não está ativa**” indica que não há nenhuma unidade remota SOLAR03 ligada ao dispositivo (ver secção 6.2). São apresentados os seguintes parâmetros:

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U. remoda não está ativa</b>			
VPN	VPE	VNE	
0V	0V	0V	
1000V	1.00MΩ	2Ω	
VTest	ISO	RPE	>φ<

- **VTest** → tensão de ensaio na medição do isolamento
- **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
- **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
- **>φ<** → cabos de calibração de resistência medição de continuidade
- Valores das tensões VPN, VPE e VNE

2. Utilizar o botões de seta (▲,▼) para aceder à programação dos parâmetros de medição. De seguida, será apresentado o seguinte ecrã ao lado. Utilizar os botões (◀, ▶) para definir valores. Estão disponíveis as seguintes opções:

IVCK 15/10 – 18:04			
Fabr.:	◀	SUNPOWER	▶
Nome:	◀	318WTH	▶
N.Mod.xStr.	:	◀ 12 ▶	
N.Str. in par.	:	◀ 01 ▶	
Mod.Temp.	:	◀ AUTO ▶	
	:	◀ --- ▶	°C
Tol. Voc	:	◀ 05 ▶	%
Tol. Isc	:	◀ 10 ▶	%
Start&Save	:	◀ MAN ▶	
Start&Save	:	◀ RESTART ▶	
ISO V. Teste	:	◀ 1000 ▶	V
ISO R.LIM.	:	◀ 1.00 ▶	MΩ
RPE lim	:	◀ 2 ▶	Ω
Valores de AVG	:	◀ REINICIAR ▶	
Voc Méd.	:	◀ --- ▶	V
Isc Méd.	:	◀ --- ▶	A
		▼	

- **Fabr.** → Definir o fabricante do módulo na base de dados interna
- **Nome** → Definir o módulo na base de dados interna
- **N.Mod.xStr.** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
- **N.Str. in par.** → definir o número de cadeias paralelas no campo: **1 ÷ 10**
- **Mod. Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
  - **AUTO** → temperatura calculada pelo equipamento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
  - **MED** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
  - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte
- **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% a 15% (tipicamente 5%)**
- **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% a 15% (típico 10%)**

- **Start&Save** → definir o modo de função de início de teste automático entre as opções: **AUTO (função ativa)** ou **MAN (função não ativa)**
  - **Start&Save** → **RESTART** → pressione o botão **SAVE** e confirme o reinício do teste apenas se já estiver em curso uma sequência de AutoSave e pretender modificar os marcadores aos quais associar as medições subseqüentes a armazenar
  - **ISO V.Teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V, 1500VCC**
  - **ISO R.LIM** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
  - **RPE lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da medição), 1,2,3,4,5Ω**
  - **Valores de AVG** → a função “**REINICIAR**” permite repor os valores médios dos parâmetros Voc e Isc antes de iniciar uma nova medição
  - **Voc Med., Isc Med.** → valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados
3. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições
  4. Se necessário, selecionar a opção “>φ<” e confirmar com **ENTER**. Efetuar todas as operações descritas no § 6.3.1
  5. Ligar o instrumento ao módulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 10. Em especial, ligar o pólo negativo que sai do string ao terminal N e o pólo positivo que sai do módulo/string ao terminal P

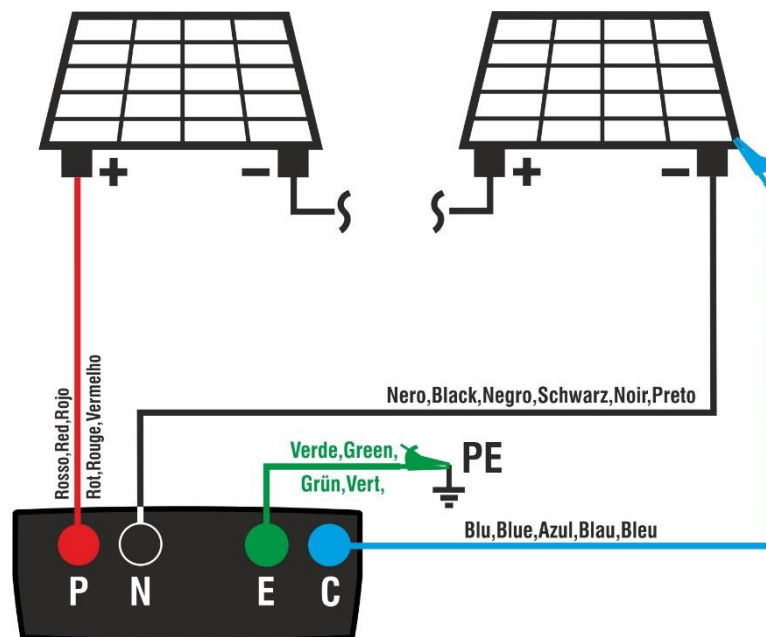


Fig. 11: Ligação de teste IVCK sem unidade remota



### ATENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste



### ATENÇÃO

No caso em que os testes são realizados num número **N>1** de strings em paralelo, a corrente máxima mensurável pelo instrumento é **I<sub>max</sub> = 40A/N**

6. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores de  $I_{sc} \leq 40A$ )

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@OPC	1485	V	
Isc@OPC	11.25	A	
Voc Med	1485	V	
Isc Med	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	
R+	>100	R- >100	MΩ
RPE	---		Ω
<b>Medir...</b>			
1500V	1.00MΩ	2Ω	---Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

7. No final das medições de Voc e Isc, é apresentada a mensagem "OK" se o ensaio tiver sido bem sucedido (**valores medidos dentro das tolerâncias definidas no instrumento**).

8. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste (**valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento**).

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@OPC	1485	V	OK
Isc@OPC	11.25	A	OK
Voc Med	1485	V	
Isc Med	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	OK
R+	>100	R- >100	MΩ
RPE	1.1	Ω	OK
<b>OK</b>			
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.2Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

9. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido (**valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento**).

10. A mensagem "OK" é finalmente apresentada pelo instrumento no caso de um resultado positivo de todos os testes efetuados. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5

11. Utilizar o botões de seta ◀, ▶ para aceder às páginas com os valores **@STC** e os valores de irradiância e temperatura. Os valores indisponíveis são apresentados com a indicação " - - - "

12. Premir o botão **SAVE/GUARDAR** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

**ATENÇÃO**

- A página de resultados apresenta os valores médios de Voc e Isc. Estes valores contêm **os valores médios de Voc e Isc em condições OPC calculados como uma média deslizante sobre os últimos 10 ensaios previamente armazenados**. Se o utilizador tiver realizado e armazenado <10 ensaios ou tiver repostos os valores médios, a média apresentada durante o ensaio N+1 será a calculada sobre os N valores disponíveis
- Neste modo de utilização do instrumento, os valores médios previamente calculados são de particular importância. No caso do início de uma nova campanha de medições com variações significativas de irradiância ou de temperatura, **recomenda-se a reposição (comando "REINICIAR")** dos valores médios de referência e o seu novo cálculo com base nas novas medições. No entanto, os valores médios são repostos a zero se o utilizador alterar o número de módulos e/ou de strings

### 6.8.3. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta

Recomenda-se a medição da irradiância e da temperatura (se o instrumento estiver definido para o modo de medição da temperatura "MIS") **através da unidade remota SOLAR03 em ligação Bluetooth** com o instrumento, se estiverem presentes condições de irradiância instáveis ou se houver necessidade de comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante. Neste caso, o instrumento fornece diretamente os resultados das medições @STC.



#### ATENÇÃO

- Verificar se uma unidade remota está ativa. Caso contrário, efetuar o procedimento de ligação descrito no § 6.2
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500VCC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos fotovoltaicos ou strings ligados ao inversor
- **A corrente máxima mensurável pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string a string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se que seja testada uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligue o instrumento e selecione a opção **UREM** no menu principal para emparelhar e conectar a unidade remota SOLAR03 via Bluetooth conforme mostrado no § 6.2
2. Ligar o instrumento ao módulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 11. Em particular:

- Ligar o pólo negativo da saída do módulo/string ao terminal **N** e o pólo positivo da saída do módulo/string ao terminal **P**
- **No caso dos módulos Monofaciais** → colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (**F**) e na entrada "**INP1**" e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
- **No caso dos módulos Bifaciais** → Colocar as 3 células de referência **HT305** no plano frontal do módulo (**F**), na parte superior traseira (**BH=BackHigh**) e na parte inferior traseira (**BL=BackLow**) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BH à entrada "**INP2**", a célula de referência BL à entrada "**INP3**" e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota. De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor de irradiância frontal equivalente ( $Irr_{Eq}$ ) que corresponde à irradiância apenas no plano frontal produzindo os mesmos efeitos que a irradiância detectada em ambas as faces tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade** ( $\varphi$ ) do módulo de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

No qual:  $Irr_R = \min(Irr_{BL}, Irr_{BH})$

3. Se necessário, selecionar a opção "**>φ<**" e confirmar com **ENTER**. Efetuar as operações de calibração dos cabos, tal como descrito no § 6.3.1

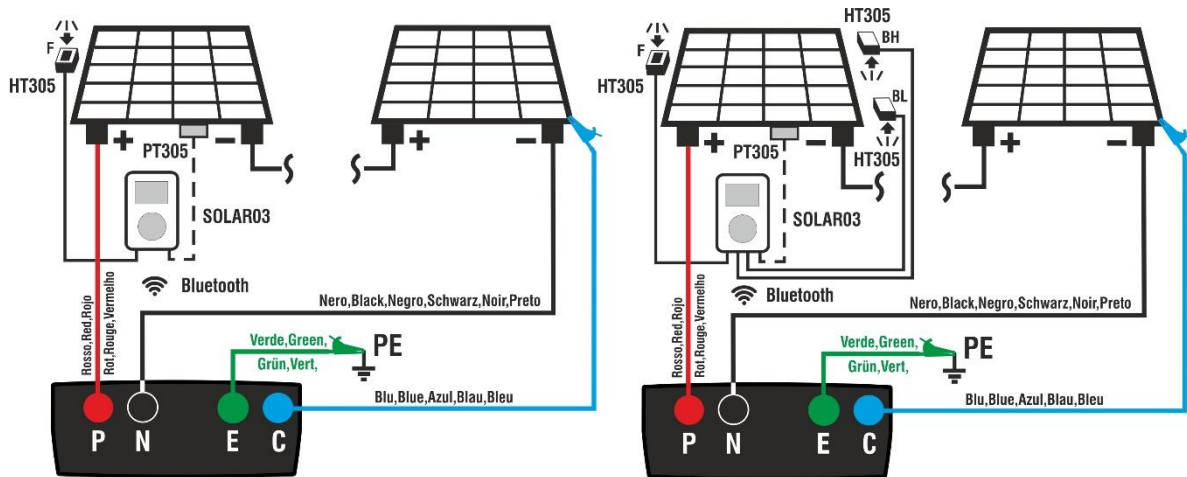


Fig. 12: Use com SOLAR03 em conexão direta em módulos Mono/Bifaciais

4. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. São apresentados os seguintes parâmetros mostrado no caso de módulos Monofaciais

  - **Irr.** → valores de irradiância medidos pela célula HT305 ligada à unidade remota
  - **Temp.** → valor da temperatura do módulo
  - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação “**I**”
  - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
  - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
  - **>φ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
  - Valores das tensões **VPN**, **VPE** e **VNE**

IVCK	15/10 – 18:04		
<b>Front</b>			
Irr.	920	W/m <sup>2</sup>	
Temp.	54.7	°C	
SOLAR03 23051203 <b>I</b>			
Modulo: SUNPOWER318WTH			
VPN	VPE	VNE	
1480V	740V	-740V	
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

5. Os seguintes parâmetros são mostrados no caso de módulos Bifaciais

  - **Irr.** → valores de irradiação medidos pelas células HT305 conectadas à unidade remota (**Front** = frontal, **Btop** = parte superior traseira, **Bbot.** = parte inferior traseira)
  - **Temp.** → valor da temperatura do módulo
  - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação “**I**”
  - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
  - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
  - **>φ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
  - Valores das tensões **VPN**, **VPE** e **VNE**

IVCK	15/10 – 18:04		
Irr.	Front	Btop	Bbot.
Temp.	920	125	95
	W/m <sup>2</sup>		
	°C		
SOLAR03 23051203 <b>I</b>			
Modulo: JKM575N-72HL4-BDV			
VPN	VPE	VNE	
1480V	740V	-740V	
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

6. **Utilizar o botões de seta (▲,▼)** para aceder à programação dos parâmetros de medição. De seguida, será apresentado o seguinte ecrã ao lado. Utilizar os botões (◀, ▶) para definir valores. Estão disponíveis as seguintes opções:

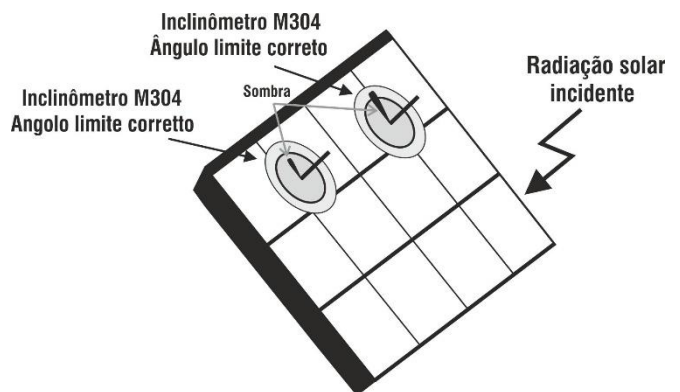
- **Fabr.** → Definir o fabricante do módulo na base de dados interna
- **Nome** → Definir o módulo na base de dados interna
- **N.Mod.xStr.** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
- **N.Str. in par.** → definir o número de cadeias paralelas no campo: **1 ÷ 10**
- **Mod. Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
  - **AUTO** → temperatura calculada pelo equipamento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
  - **MED** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
  - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte

IVCK		15/10 – 18:04	
Fabr.:	◀	SUNPOWER	▶
Nome:	◀	318WTH	▶
N.Mod.xStr.	:	◀ 12 ▶	
N.Str. in par.	:	◀ 01 ▶	
Mod.Temp.	:	◀ AUTO ▶	
	:	◀ --- ▶	°C
Tol. Voc	:	◀ 05 ▶	%
Tol.Isc	:	◀ 10 ▶	%
Start&Save	:	◀ MAN ▶	
Start&Save	:	RESTART	
ISO V.Teste	:	◀ 1000 ▶	V
ISO R.LIM.	:	◀ 1.00 ▶	MΩ
RPE lim	:	◀ 2 ▶	Ω
Valores de AVG	:	REINICIAR	
Voc Méd.	:	---	V
Isc Méd.	:	---	A

- **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% a 15% (tipicamente 5%)**
- **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% a 15% (típico 10%)**
- **Start&Save** → definir o modo de função de início de teste automático entre as opções: **AUTO (função ativa)** ou **MAN (função não ativa)**
- **Start&Save** → **RESTART** → pressione o botão **SAVE** e confirme o reinício do teste apenas se já estiver em curso uma sequência de AutoSave e pretender modificar os marcadores aos quais associar as medições subseqüentes a armazenar
- **ISO V.Teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V, 1500VCC**
- **ISO R.LIM** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
- **RPE lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da medição), 1,2,3,4,5Ω**
- **Valores de AVG** → a função “**REINICIAR**” permite repor os valores médios dos parâmetros Voc e Isc antes de iniciar uma nova medição
- **Voc Med., Isc Med.** → valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados

7. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições

8. Montar a haste no disco do acessório opcional M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projectada no disco está dentro do "círculo limite concêntrico" no interior do próprio disco (ver figura ao lado).** Caso contrário, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições efetuadas pelo instrumento **NÃO** são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



### ATENÇÃO



Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste



### ATENÇÃO

No caso em que os testes são realizados num **número N>1 de strings em paralelo**, a corrente máxima mensurável pelo instrumento é  $I_{max} = 40A/N$

9. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o ensaio. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores de  $I_{sc} \leq 40A$ )

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@STC	1485	V	
Isc@STC	11.25	A	
Voc Nom	1485	V	
Isc Nom	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	
R+	>100	R- >100	MΩ
RPE	---		Ω
Medir...			
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

10. No final das medições Voc e Isc se o teste for bem sucedido (**valores medidos dentro das tolerâncias definidas no instrumento**). São apresentados os seguintes parâmetros:

- Tensão Voc nas condições STC com resultado
- Corrente Isc em condições STC com resultado
- Valor nominal da tensão Voc@STC utilizada como referência para o resultado
- Valor nominal da corrente Isc@STC utilizada como referência para o resultado
- **Utilizar o botões de seta ◀, ▶** para aceder às páginas com os valores **@OPC** e os valores de irradiância e temperatura. Os valores indisponíveis são apresentados com a indicação " - - "

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@STC	1485	V	OK
Isc@STC	11.25	A	OK
Voc Nom	1485	V	
Isc Nom	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	OK
R+	>100	R- >100	MΩ OK
RPE	1.1	Ω	OK
OK			
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.2 Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

11. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste (**valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento**)
12. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido (**valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento**)
13. A mensagem "OK" é finalmente apresentada pelo instrumento no caso de um resultado positivo de todos os testes efetuados
14. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição
15. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5

#### 6.8.4. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em registo síncrona

Las medições de irradiação e temperatura (se o instrumento estiver configurado no modo de medição de temperatura "Med") **através da unidade remota SOLAR03 conectada em gravação síncrona ao instrumento** são **recomendadas** se houver condições de irradiação instáveis, **na presença de obstáculos que possam interromper a conexão Bluetooth**, sendo necessária comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante. Desta forma, a unidade remota SOLAR03 ativa deverá ser conectada via Bluetooth somente no INÍCIO e FIM das operações e NÃO DURANTE as próprias medições de irradiação e temperatura. O instrumento fornece os resultados das medições @OPC sem sucesso e depois realiza a tradução @STC automática e simultânea **somente após a transferência de dados da unidade remota no final da gravação e a subsequente reconexão**



#### ATENÇÃO

- Verificar se uma unidade remota está ativa. Caso contrário, efetuar o procedimento de ligação descrito no § 6.2
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500 VDC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos FV ou strings ligados ao inversor
- **A corrente máxima mensurável pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string a string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se que seja testada uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento ao módulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 13 (moduli Monofaciais) o Fig. 14 (módulos Bifaciais). Em particular:
  - Ligar o pólo negativo da saída do módulo/string ao terminal **N** e o pólo positivo da saída do módulo/string ao terminal **P**
  - **No caso dos módulos Monofaciais** → colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (**F**) e na entrada "**INP1**" e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
  - **No caso dos módulos Bifaciais** → Colocar as 3 células de referência **HT305** no plano frontal do módulo (**F**), na parte superior traseira (**BH=BackHigh**) e na parte inferior traseira (**BL=BackLow**) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BH à entrada "**INP2**", a célula de referência BL à entrada "**INP3**" e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota. De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor de irradiação frontal equivalente ( $Irr_{Eq}$ ) que corresponde à irradiação apenas no plano frontal produzindo os mesmos efeitos que a irradiação detectada em ambas as faces tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade** ( $\varphi$ ) do módulo de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

No qual:  $Irr_R = \min(Irr_{BL}, Irr_{BH})$

2. Se necessário, seleccionar a opção "> $\phi$ <" e confirmar com **ENTER**. Efetuar as operações de calibração dos cabos, tal como descrito no § 6.3.1

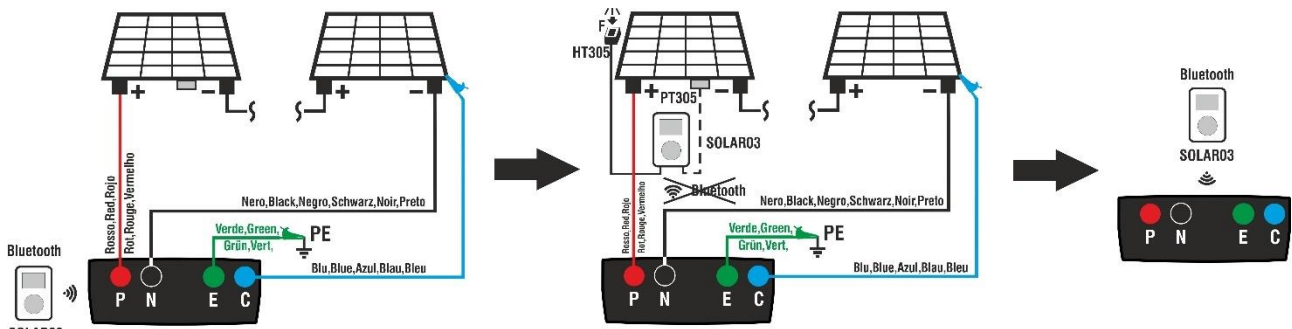


Fig. 13: Use com SOLAR03 em registo sincrono em módulos Monofaciais

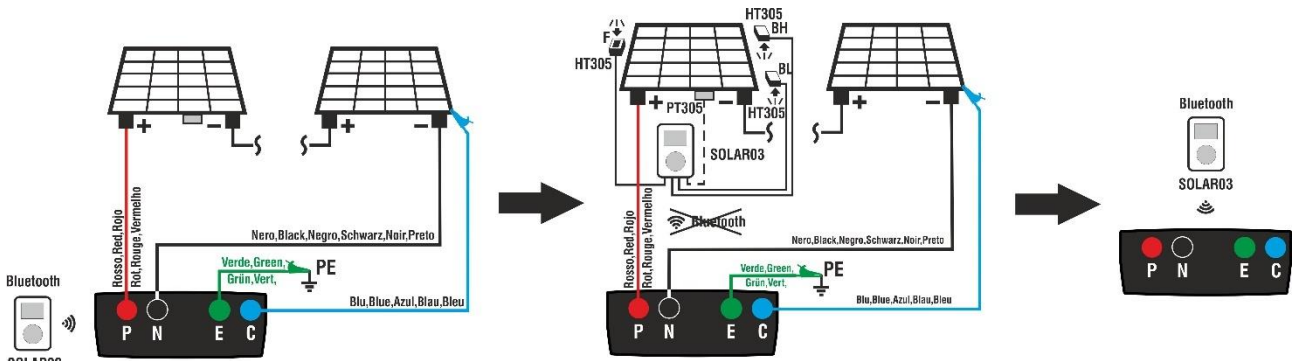


Fig. 14: Use com SOLAR03 em registo sincrono em módulos Bifaciais

**Fase 1**

3. Aproxime a unidade remota SOLAR03 do instrumento conforme mostrado na Fig. 13 ou Fig. 14 – lado esquerdo
4. Selecionar a opção **UREM** no menu principal, associar e ligar a unidade remota SOLAR03 ao instrumento, como indicado no ponto 6.2
5. Utilizar as botões de seta ◀ ou ▶ Utilizando as botões de setas, selecionar a posição “**Start**” para iniciar o registo (com varrimento de 1s não alterável) na unidade remota pelo instrumento. O ecrã ao lado é apresentado no visor. Nesta condição, o instrumento envia a data/hora do seu sistema para a unidade remota **SOLAR03**, que fica então sincronizada temporalmente com ele. O símbolo “**∞**” é apresentado no visor e a mensagem “**REC**” aparece no visor da unidade remota para indicar que a gravação está em curso

UREM		15/10 – 18:04	
SOLAR03	Ati	Stat.	Rec
23051204	✓	(↑)	∞
U. Rem. Conectada			
Proc.	Unpair	Info	Start

**Fase 2**

6. Aproximar a unidade remota dos módulos e ligar as sondas de radiação/temperatura como indicado na Fig. 13 ou Fig. 14 – lado central. **Tendo já iniciado o registo na unidade remota SOLAR03, já não é necessário manter a ligação Bluetooth.** A manutenção da ligação (se possível) apenas permitirá obter imediatamente o resultado do teste sem esperar pelo fim da campanha de medição.

7. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botões de setas (**▲**,**▼**) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. São apresentados os seguintes parâmetros mostrado no caso de módulos Monofaciais
- **Irr.** → valor de irradiação não indicado “- - -” pois a unidade remota não está conectada ao instrumento
  - **Temp.** → valor de temperatura do módulo não indicado “- - -” pois a unidade remota não está conectada ao instrumento
  - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação “**I**” e registo em curso “**∞**” da unidade remota SOLAR03 conectada e ativa
  - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
  - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
  - **>φ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
  - Valores das tensões VPN, VPE e VNE

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>Front</b>			
Irr.	---	W/m2	
Temp.	---	°C	
SOLAR03 23051203		<b>I</b>	<b>∞</b>
Modulo: SUNPOWER318WTH			
VPN	VPE	VNE	
1480V	740V	-740V	
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

8. **Utilizar o botões de seta (▲,▼)** para aceder à programação dos parâmetros de medição. De seguida, será apresentado o seguinte ecrã ao lado. Utilizar os botões (**◀**, **▶**) para definir valores. Estão disponíveis as seguintes opções:

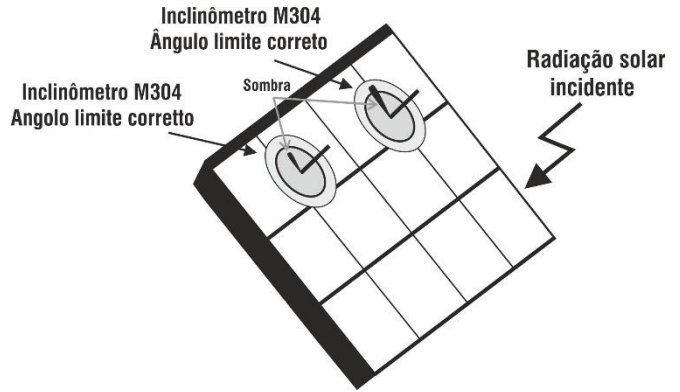
IVCK 15/10 – 18:04			
Fabr.:	◀	SUNPOWER	▶
Nome:	◀	318WTH	▶
N.Mod.xStr.	:	◀ 12 ▶	
N.Str. in par.	:	◀ 01 ▶	
Mod.Temp.	:	◀ AUTO ▶	
	:	◀ --- ▶	°C
Tol. Voc	:	◀ 05 ▶	%
Tol. Isc	:	◀ 10 ▶	%
Start&Save	:	◀ MAN ▶	
Start&Save	:	RESTART	
ISO V. Teste	:	◀ 1000 ▶	V
ISO R.LIM.	:	◀ 1.00 ▶	MΩ
RPE lim	:	◀ 2 ▶	Ω
Valores de AVG	:	REINICIAR	
Voc Méd.	:	---	V
Isc Méd.	:	---	A

- **Fabr.** → Definir o fabricante do módulo na base de dados interna
- **Nome** → Definir o módulo na base de dados interna
- **N.Mod.xStr.** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
- **N.Str. in par.** → definir o número de cadeias paralelas no campo: **1 ÷ 10**
- **Mod. Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
  - **AUTO** → temperatura calculada pelo equipamento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
  - **MED** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
  - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte
- **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% a 15% (tipicamente 5%)**
- **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% a 15% (típico 10%)**
- **Start&Save** → definir o modo de função de início de teste automático entre as opções: **AUTO (função ativa)** ou **MAN (função não ativa)**
- **Start&Save** → **RESTART** → pressione o botão **SAVE** e confirme o reinício do teste apenas se já estiver em curso uma sequência de AutoSave e pretender modificar os marcadores aos quais associar as medições subsequentes a armazenar
- **ISO V. Teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V, 500V, 1000V, 1500VCC**
- **ISO R.LIM** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**

- **RPE lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da medição), 1,2,3,4,5Ω**
- **Valores de AVG** → a função "**REINICIAR**" permite repor os valores médios dos parâmetros Voc e Isc antes de iniciar uma nova medição
- **Voc Med., Isc Med.** → valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados

9. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições

10. Montar a haste no disco do acessório opcional M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projectada no disco está dentro do "círculo limite concêntrico" no interior do próprio disco (ver figura ao lado).** Caso contrário, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições efetuadas pelo instrumento **NÃO** são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



**ATENÇÃO**



- Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste
- As configurações feitas nos parâmetros de controle do instrumento podem ser modificadas a qualquer momento, mesmo durante a registo



**ATENÇÃO**

No caso em que os testes são realizados num **número N>1 de strings em paralelo**, a **corrente máxima mensurável pelo instrumento é  $I_{max} = 40A/N$**

11. Premir o botão **GO/STOP** para ativar os testes desejados nas cordas sob exame. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores de Isc ≤40A)

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@STC	1485	V	
Isc@STC	11.25	A	
Voc Nom	1485	V	
Isc Nom	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	
R+	>100	R- >100	MΩ
RPE	---		Ω
<b>Medir...</b>			
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

12. Ao final das medições de Voc e Isc o instrumento exibirá **apenas os valores medidos no OPC** e é necessário aguardar o término da sessão de teste e **a posterior sincronização com a unidade remota SOLAR03** para obter o resultado final do testes realizados. Os seguintes parâmetros são mostrados

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@OPC	1485	V	
Isc@OPC	11.25	A	
Voc Nom	1485	V	
Isc Nom	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	OK
R+	>100	MΩ	OK
RPE	1.1	Ω	OK
1500V 1.00MΩ 2Ω 0.2 Ω			
VTest	ISO	RPE	>φ<

- Tensão Voc nas condições OPC com resultado
- Corrente Isc em condições OPC com resultado
- Valor nominal da tensão Voc@STC
- Valor nominal da corrente Isc@STC

13. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste (**valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento**)

14. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido (**valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento**)

15. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

### Fase 3

16. No final da sessão de teste, desligar a unidade remota SOLAR03, voltar a colocá-la na proximidade do instrumento (ver Fig. 13 ou Fig. 14 – lado direito) e verificar se a ligação com o instrumento está novamente ativa (símbolo "⚡" **permanentemente aceso** no visor da unidade remota)

17. Utilizando as botões de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição **"Stop"** para terminar o registo na unidade remota através do instrumento. A imagem do ecrã ao lado é apresentada no visor. O símbolo "⚡" desaparece no visor e a mensagem "REC" desaparece no visor da unidade remota.

Nesta fase, a unidade remota **descarrega os valores de radiação/temperatura registados durante a campanha de medição, que são utilizados pelo instrumento para a conversão automática dos valores Voc e Isc em condições STC**

U REM 15/10 – 18:04			
SOLAR03	Ati	Stat	Rec
23051204	✓	((↑))	
U. Rem. Conectada			
Proc.	Unpair	Canc	Stop

18. Os dados presentes nas medições previamente salvas na memória serão atualizados com os valores calculados nas condições STC e a mensagem “OK” estará consequentemente disponível em caso de resultado positivo de todos os testes realizados (**valores medidos dentro as tolerâncias definidas no instrumento**)
19. **Utilizar o botões de seta** ◀, ▶ para aceder às páginas com os valores @OPC e os valores de irradiância e temperatura. Os valores indisponíveis são apresentados com a indicação “- - -”

IVCK		15/10 – 18:04		
Voc@STC	1485	V		OK
Isc@STC	11.25	A		OK
Voc Nom	1485	V		
Isc Nom	11.25	A		
Rp	>100	MΩ		OK
R+	>100	R- >100	MΩ	OK
RPE	1.1	Ω		OK
<b>OK</b>				
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.2 Ω	
VTest	ISO	RPE	>φ<	

20. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5

### ATENÇÃO

**O instrumento traduz os valores @OPC para os valores @STC quando ocorrem as seguintes condições:**

- Tensão Voc > Voc mínimo = 15V
- Valores de irradiação **frontal** (também válidos para módulos Bifaciais) considerados **superiores** ao limite mínimo definido no instrumento (>100W/m<sup>2</sup>) e **estáveis** (variação entre o início e o final da campanha de medição ±20 W/m<sup>2</sup>)
- Tensão de circuito aberto Voc medida **consistente com o valor esperado** indicado na folha de dados do módulo
- Valor de temperatura do módulo incluído na escala **-40°C ÷ 100°C**
- Valor da corrente de curto-circuito **Isc > Iscmin = 0.2A**



### 6.8.5. Teste IVCK com a utilização da função Start&Save



#### ATENÇÃO

- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500VCC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- **A corrente máxima mensurável pelo equipamento é de 40A**
- Não efetuar testes em módulos FV ou strings ligados ao inversor
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string por string. Embora o equipamento seja projetado para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se** que seja testada **uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma



#### ATENÇÃO

- A função Start&Save pode ser utilizada em qualquer configuração de medição para os parâmetros ambientais de irradiação e temperatura
- A função Start&Save está disponível **APENAS para testes IVCK e não para testes individuais de RPE, MΩ ou GFL**
- A função Start&Save é **automaticamente desativada** quando a função IVCK é terminada e/ou se o equipamento é desligado
- O objetivo da função Start&Save é **minimizar os tempos de execução** dos testes IVCK em situações repetitivas e com circuitos muito próximos, como por exemplo elementos fusíveis. A utilização desta função **é fortemente desencorajada se não existirem fusíveis de proteção de string nos painéis de campo e/ou painéis combinados fotovoltaicos**

1. Por simplicidade, o procedimento seguinte refere-se ao **teste IVCK sem unidade remota**. Considerações semelhantes são aplicáveis a todos os outros modos

2. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com os botões de setas (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. São apresentados os seguintes parâmetros:

- **VTest** → tensão de ensaio na medição do isolamento
- **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
- **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
- **>φ<** → calibração de resistência de cabos para testes RPE
- Valores das tensões VPN, VPE e VNE

IVCK 15/10 – 18:04				AS&S	
U.remota não esta ativa					
VPN	VPE	VNE			
0V	0V	0V			
1000V	1.00MΩ	2Ω			
VTest	ISO	RPE	>φ<		

3. **Utilizar o botões de seta (▲,▼)** para aceder à programação dos parâmetros de medição. De seguida, será apresentado o seguinte ecrã ao lado. Utilizar os botões (◀, ▶) para definir valores. Estão disponíveis as seguintes opções:

IVCK 15/10 – 18:04		AS&S	
Fabr.:	◀	SUNPOWER	▶
Nome:	◀	318WTH	▶
N.Mod.xStr.	:	◀ 12 ▶	
N.Str.in par.	:	◀ 01 ▶	
Mod.Temp.	:	◀ AUTO ▶	
	:	◀ --- ▶	°C
Tol. Voc	:	◀ 05 ▶	%
Tol.Isc	:	◀ 10 ▶	%
Start&Save	:	◀ AUTO ▶	
Start&Save	:	RESTART	
ISO V.Teste	:	◀ 1000 ▶	V
ISO R.LIM.	:	◀ 1.00 ▶	MΩ
RPE lim	:	◀ 2 ▶	Ω
Valores de AVG	:	REINICIAR	
Voc Méd.	:	---	V
Isc Méd.	:	---	A

- **Fabr.** → Definir o fabricante do módulo na base de dados interna
  - **Nome** → Definir o módulo na base de dados interna
  - **N.Mod.xStr.** → número módulos da cadeia no: **1 ÷ 60**
  - **N.Str.par.** → número de cadeias paralelas no: **1 ÷ 10**
  - **Mod.Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
    - **AUTO** → temperatura calculada pelo equipamento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
    - **MED** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
    - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte
  - **Tol. Voc** → definir a tolerância na Voc no intervalo: **1% a 15% (tipicamente 5%)**
  - **Tol. Isc** → definir a tolerância na Isc no intervalo: **1% a 15% (típico 10%)**
  - **Start&Save** → definir o modo de função de início de teste em: **AUTO (função ativa)**. O símbolo “AS&S” é apresentado no visor
  - **Start&Save** → **RESTART** → pressione o botão **SAVE** e confirme o reinício do teste apenas se já estiver em curso uma sequência de AutoSave e pretender modificar os marcadores aos quais associar as medições subseqüentes a armazenar
  - **ISO V.Teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V,1500VCC**
  - **ISO R.LIM** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
  - **RPE Lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da medição), 1,2,3,4,5Ω**
  - **Valores de AVG** → a função “REINICIAR” permite repor os valores médios dos parâmetros Voc e Isc antes de iniciar uma nova medição
  - **Voc Med., Isc Med.** → valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados
4. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições
5. Se necessário, selecionar a opção “>φ<” e confirmar com **ENTER**. Efetuar todas as operações descritas no § 6.3.1
6. Dentro de um **painel combinador FV**, **desligue todos os fusíveis** associados aos **polos positivos das strings**. Por segurança, desligue os fusíveis ligados a ambos os pólos.
7. Ligue o equipamento como indicado na Fig. 15. Ligue o polo negativo da barra à entrada N através de uma ligação fixa com um terminal crocodilo, o polo positivo da barra à entrada P através de uma ligação fixa com um terminal crocodilo, o nó de terra principal do sistema (para testes MΩ e RPE) á entrada E e, se necessário, a entrada C às massas metálicas (para testes RPE).

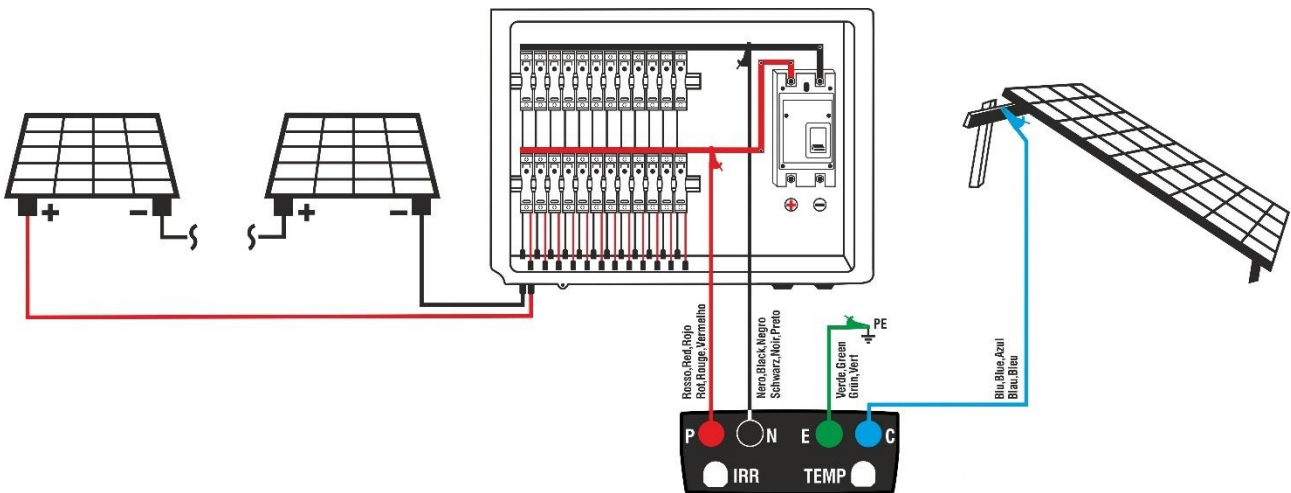


Fig. 15: Ligar o equipamento no teste IVCK utilizando a função Start&Save

8. Reinicie a proteção associada à PRIMEIRA sequência em teste

9. Iniciar a sequência de testes IVCK (com  $M\Omega$  e RPE opcionais) com o botão **GO/STOP**

10. Se a sequência de testes for concluída corretamente, o equipamento apresenta:

- A página de resultados durante alguns segundos, conforme indicado no ecrã seguinte
- A página da área de memória com os marcadores apresentados (ver § 7.1). Altere os valores dos marcadores e quaisquer comentários para corresponder à posição da medição recentemente realizada
- Prima o botão **SAVE** para guardar os resultados do teste

IVCK 15/10 – 18:04 AS&S			
U.remoda não esta ativa			
VPN	VPE	VNE	
980 V	490 V	-490 V	
Desligar circuito			
1000V	1.00M $\Omega$	2 $\Omega$	
VTest	ISO	RPE	> $\phi$ <

11. Após guardar o teste, o equipamento regressa ao ecrã inicial e apresenta a mensagem "**Desligar circuito**"

12. Desligue a proteção da sequência recém-testada

13. **Ative a proteção associada à próxima sequência a testar**

14. **Quando o equipamento volta a detetar uma tensão VPN estável >15V**, inicia automaticamente a nova sequência de testes IVCK. No final do teste, **guarda automaticamente** os resultados e associa-os à configuração anterior do marcadores

IVCK 15/10 – 18:04 AS&S			
Voc@OPC	985	V	OK
Isc@OPC	11.25	A	OK
Voc Méd	985	V	
Isc Méd	11.25	A	
Rp	>100	M $\Omega$	OK
R+	>100	R- >100	M $\Omega$ OK
RPE	1.1	$\Omega$	OK
OK			
1000V	1.00M $\Omega$	2 $\Omega$	0.2 $\Omega$
VTest	ISO	RPE	> $\phi$ <

15. Repita os passos 12 a 14 para todas as strings a testar

16. O equipamento sai automaticamente da sequência Start&Save quando ocorre uma das seguintes condições:

- Sair da função IVCK
- Desligar o equipamento
- Desativar a função Start&Save
- Atingir o número máximo de testes guardados para cada marcador (máx. 999)
- Qualquer condição de erro de hardware durante uma medição

### 6.8.6. Interpretação dos resultados da medição

Em geral, o resultado de um ensaio sobre a medição de Voc e Isc é determinado pelas seguintes relações:

#### Medições sem unidade remota (sem irradiação e temperatura)

Observar os seguintes parâmetros:

VocAvg → Valor médio da Voc calculado a partir das últimas 10 medições guardadas

IscAvg → Valor médio da Isc calculado sobre as últimas 10 medições guardadas

Voc (Tol+) =  $Tol\%(+)Voc * VocAvg$  → Valor de tolerância positivo em Voc

Voc (Tol-) =  $Tol\%(-)Voc * VocAvg$  → Valor de tolerância negativo em Voc

Isc (Tol+) =  $Tol\%(+)Isc * IscAvg$  → Valor de tolerância positivo em Isc

Isc (Tol-) =  $Tol\%(-)Isc * IscAvg$  → Valor de tolerância negativo em Isc

$\epsilon_{InstrumVoc}$  → Erro instrumental máximo declarado em Voc @OPC (ver § 10.1)

$\epsilon_{InstrumIsc}$  → Erro instrumental máximo declarado sobre Isc @OPC (ver § 10.1)

Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

$\epsilon_{MedVoc}$  = Voc (@OPC) – VocAvg → Erro na medição de Voc @ OPC

$\epsilon_{MedIsc}$  = Isc (@OPC) – IscAvg → Erro na medição de Isc @ OPC

O instrumento gere as seguintes condições paramétricas relativas ao resultado da medição:

N	CONDIÇÕES	RESULTADOS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) + <math>\epsilon_{InstrumVoc} \leq \epsilon_{MedVoc} \leq Voc (Tol+) - \epsilon_{InstrumVoc}</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) + <math>\epsilon_{InstrumIsc} \leq \epsilon_{MedIsc} \leq Isc (Tol+) - \epsilon_{InstrumIsc}</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>OK</b>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) ≤ <math>\epsilon_{MedVoc} \leq Voc (Tol+)</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) ≤ <math>\epsilon_{MedIsc} \leq Isc (Tol+)</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>OK*</b>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) - <math>\epsilon_{InstrumVoc} \leq \epsilon_{MedVoc} \leq Voc (Tol+) + \epsilon_{InstrumVoc}</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) - <math>\epsilon_{InstrumIsc} \leq \epsilon_{MedIsc} \leq Isc (Tol+) + \epsilon_{InstrumIsc}</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>NO OK*</b>
4	As condições (1), (2) e (3) acima não são satisfeitas	<b>NO OK</b>

Tolerância fabricante do módulo  
sobre Voc e Isc



Erro Instr.  
(-)      Erro Instr.  
(+)

Erro Instr.  
(-)      Erro Instr.  
(+)

### Medições com unidade remota (com irradiação e temperatura)

Observar os seguintes parâmetros:

VocNom → Valor nominal da tensão de circuito aberto Voc (declarado pelo fabricante)

IscNom → Valor nominal da corrente de curto-circuito Isc (declarado pelo fabricante)

Voc (Tol+) = Tol%(+)Voc \* VocNom → Valor de tolerância positivo em Voc

Voc (Tol-) = Tol%(-)Voc \* VocNom → Valor de tolerância negativo em Voc

Isc (Tol+) = Tol%(+)Isc \* IscNom → Valor de tolerância positivo em Isc

Isc (Tol-) = Tol%(-)Isc \* IscNom → Valor de tolerância negativo em Isc

$\epsilon_{\text{InstrumVoc}}$  → Erro instrumental máximo declarado em Voc @STC (ver § 10.1)

$\epsilon_{\text{InstrumIsc}}$  → Erro instrumental máximo declarado sobre Isc @STC (ver § 10.1)

Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

$\epsilon_{\text{MedVoc}}$  = Voc (@OPC) – VocNom → Erro na medição de Voc @STC

$\epsilon_{\text{MedIsc}}$  = Isc (@OPC) – IscNom → Erro na medição de Isc @STC

**NOTA:** Os valores Voc (@STC) e Isc (@STC) são obtidos de acordo com **IEC/EN60891**

O instrumento gere as seguintes condições paramétricas relativas ao resultado da medição:

N	CONDIÇÕES	RESULTADOS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) + <math>\epsilon_{\text{InstrumVoc}} \leq \epsilon_{\text{MedVoc}} \leq \text{Voc (Tol+) - } \epsilon_{\text{InstrumVoc}}</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) + <math>\epsilon_{\text{InstrumIsc}} \leq \epsilon_{\text{MedIsc}} \leq \text{Isc (Tol+) - } \epsilon_{\text{InstrumIsc}}</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>OK</b>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) ≤ <math>\epsilon_{\text{MedVoc}} \leq \text{Voc (Tol+)}</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) ≤ <math>\epsilon_{\text{MedIsc}} \leq \text{Isc (Tol+)}</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>OK*</b>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ - Voc (Tol-) - <math>\epsilon_{\text{InstrumVoc}} \leq \epsilon_{\text{MedVoc}} \leq \text{Voc (Tol+) + } \epsilon_{\text{InstrumVoc}}</math></li> <li>➤ - Isc (Tol-) - <math>\epsilon_{\text{InstrumIsc}} \leq \epsilon_{\text{MedIsc}} \leq \text{Isc (Tol+) + } \epsilon_{\text{InstrumIsc}}</math></li> <li>➤ <b>Rp ≥ Rp Lim</b> → Se for selecionada a medição <b>ISO</b></li> <li>➤ <b>RPEmis ≤ RPELim</b> → Se for selecionada a medição <b>RPE</b></li> </ul>	<b>NO OK*</b>
4	As condições (1), (2) e (3) acima não são satisfeitas	<b>NO OK</b>

Tolerância fabricante do módulo  
sobre Voc e Isc



Erro Instr. (-)	Erro Instr. (+)
--------------------	--------------------

Erro Instr. (-)	Erro Instr. (+)
--------------------	--------------------

### Exemplo de aplicação (medição com unidade remota)

- Nome do módulo: **LR5-54HIH-410M (fabricante LONGI)**
- Tipo de módulo: Monofaciais
- Tensão nominal de circuito aberto declarada (@STC): 37.3V
- Corrente nominal de curto-circuito declarada (@ STC): 13.88A
- Tolerância Voc:  $\pm 5\%$
- Tolerância Isc:  $\pm 10\%$
- Irradiância frontal medido: 577 W/m<sup>2</sup>
- Temperatura do módulo (@STC): 25°C
- Tensão de circuito aberto Voc calculada pelo instrumento (@STC): 37.1V
- Corrente de curto-circuito Isc calculada pelo instrumento (@STC): 10.53A

$$Voc (Tol+) = Tol\%(+)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V$$

$$Voc (Tol-) = Tol\%(-)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V$$

$$Isc (Tol+) = Tol\%(+)Isc * IscNom \rightarrow = 0.1 * 13.88 = 1.39A$$

$$Isc (Tol-) = Tol\%(-)Isc * IscNom \rightarrow = 0.1 * 13.88 = 1.39A$$

$$\varepsilon_{Instrum}Voc = \pm(37.1 * 0.04 + 0.2) = \pm 1.7V$$

$$\varepsilon_{Instrum}Isc = \pm(10.53 * 0.04 + 0.02) = \pm 0.44A$$

$$\varepsilon_{Med}Voc = Voc (@STC) - VocNom = 37.1 - 37.3 = - 0.2V$$

$$\varepsilon_{Med}Isc = Isc (@STC) - IscNom = 10.53 - 13.88 = - 3.35A$$

Condições de comparação:

Tensão Voc  $\rightarrow -1.9 + 1.7 \leq - 0.2 \leq 1.9 - 1.7 \rightarrow$  Condição 1 verificada  $\rightarrow$  **Resultado OK**

Corrente Isc  $\rightarrow -1.39 + 0.44 \leq -3.35 \leq 1.39 - 0.44 \rightarrow$  Condição 1 **NÃO** verificada

Corrente Isc  $\rightarrow -1.39 \leq -3.35 \leq 1.39 \rightarrow$  Condição 2 **NÃO** verificada

Corrente Isc  $\rightarrow -1.39 - 0.44 \leq -3.35 \leq 1.39 + 0.44 \rightarrow$  Condição 3 **NÃO** verificada

Corrente Isc  $\rightarrow$  Condição 4 verificada  $\rightarrow$  **Resultado NO OK**

### 6.8.7. Situações invulgares

1. Se o instrumento detetar uma tensão **superior a 1500 VDC** nos terminais P-N, P-E e N-E, não efetua o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "Vin > 1500V".

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN	VPE	VNE	
0V	0V	0V	
<b>Vin &gt;1500V</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

2. Se o instrumento detetar uma tensão **inferior a -0,5 VDC** nos terminais P-N, não efetua o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "Reverse P-N".

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN	VPE	VNE	
0V	0V	0V	
<b>Inversor P-N</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

3. Se o instrumento detetar, nos terminais P-N, uma tensão **-0,5V ≤ VPN ≤ 15VDC**, não realiza o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "VInput < 15VDC".

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN	VPE	VNE	
11V	6V	-5V	
<b>V Input &lt; 15VDC</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

4. Se o instrumento detetar uma tensão CA **superior a 10V** nos terminais P-N, P-E e N-E, não efetua o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "VAC > LIM".

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN	VPE	VNE	
11V	6V	-5V	
<b>VAC &gt; LIM</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

5. Se o instrumento detetar uma **tensão >3V** nos terminais E e C, não realiza o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "VInput > 3V".

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN 0V	VPE 0V	VNE 0V	
<b>VInput &gt; 3V</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

6. Se o instrumento detetar uma **corrente Isc de <0,1A** durante a medição da corrente Isc, a mensagem ao lado é apresentada no visor. Verificar as ligações do instrumento com o circuito em teste

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN 0V	VPE 0V	VNE 0V	
<b>Isc &lt; 0.1A</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

7. Se o instrumento detetar uma condição de fusível interrompido durante a medição da corrente Isc, a mensagem é apresentada no ecrã. Contactar a assistência técnica da HT

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>U.remoda não está ativa</b>			
VPN 0V	VPE 0V	VNE 0V	
<b>Fusível queimado</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	--- Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

8. Se não tiver sido ativado qualquer registo na unidade remota SOLAR03, a mensagem é apresentada no visor. Verificar o estado da unidade remota SOLAR03

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>Front</b>			
Irr.	---		W/m2
Temp.	---		°C
SOLAR03 23051203 <b>I</b>			
Modulo: SUNPOWER318WTH			
VPN 1480V	VPE 740V	VNE -740V	
<b>U.Remoda no conectada</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

9. No final das medições Voc e Isc, é apresentada a mensagem **“A aguardar valores de Irradiância”** se uma unidade remota **SOLAR03 estiver registada mas não ligada ao instrumento**. Aguardar que a unidade remota descarregue os dados para visualizar o resultado das medições @STC

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@STC	---	V	
Isc@STC	---	A	
Voc Nom	1485	V	
Isc Nom	11.25	A	
Rp	>100	MΩ	OK
R+	>100	MΩ	
RPE	1.1	Ω	OK
<b>A aguardar valores de Irradiância</b>			
1500V	1.00MΩ	2Ω	0.2Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

10. Se a unidade remota SOLAR03 tiver sido ativada e ligada, mas o valor de radiação for inválido (por exemplo, com sondas de irradiação não conectadas à unidade remota), a mensagem ao lado é apresentada no ecrã. Verificar o estado da unidade remota

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>Front</b>			
Irr.	---	W/m <sup>2</sup>	
Temp.	---	°C	
SOLAR03 23051203 <b>I</b>			
Modulo: SUNPOWER318WTH			
VPN	VPE	VNE	
1480V	740V	-740V	
<b>Verifique entr. U.Remoda</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

11. **Caso se pretenda efetuar medições sem unidade remota** (ver § 6.7.2), mas o instrumento tenha sido previamente associado a uma unidade remota, a mensagem ao lado é apresentada no visor. Entrar no menu de configuração da unidade remota (ver § 6.2) e executar o comando **"Unpair"** para desassociar a unidade remota.

IVCK 15/10 – 18:04			
<b>Front</b>			
Irr.	---	W/m <sup>2</sup>	
Temp.	---	°C	
SOLAR03 23051203 <b>I</b>			
Modulo: SUNPOWER318WTH			
VPN	VPE	VNE	
1480V	740V	-740V	
<b>U.Remoda no conectada</b>			
1000V	1.00MΩ	2Ω	0.25Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

**6.9. LISTA DE MENSAGENS DE ERRO DO ECRÃ**

NÚMERO	MENSAGEM	DESCRIÇÃO	AÇÕES
1	Erro EEPROM	Erro interno	Envie instrumento para assistência
2	Erro ADP5587		
3	Erro Sistema Init		
4	Vtest não correto	Carga resistiva muito baixa no isolamento	Controlo do Riso superior ao limite definido e possível nível de bateria fraca
5	Bateria fraca	Nível de bateria baixo	Substitua as baterias
6	Reverse P-N	Entradas P-N trocadas no teste IVCK	Verifique as ligações indicadas no manual do instruções
7	Saida forçada	Interrupção forçada do teste com botão <b>STOP</b>	Repita o teste sem interromper a medição
8	V.Input > 1500VCC	Tensão muito elevada entre as entradas P e N no ensaio IVCK	Desligue o instrumento e verifique a tensão entre os pólos P e N da string
9	V.Input > 10VCA	Tensão CA detetada para além dos limites entre as entradas P e N no teste IVCK	Verifique se o string está desligado do inversor. Verifique se os cabos de ligação do string estão próximos dos cabos energizados existentes. Neste caso, desenergize estes cabos e/ou painéis de campo
10	V.Input < 15VCC	Tensão mínima para início do ensaio IVCK muito baixa	Verifique se os módulos FV em teste cumprem os requisitos mínimos indicados no manual
11	V.Input > 3V	Tensão acima do limite detetada entre as entradas da função RPE	Verifique as ligações conforme indicado no manual do utilizador, verifique a tensão entre as entradas E e C, atualize o FW para a versão mais recente
12	Calibração NÃO OK	O instrumento não realiza a calibração da ponta na medição RPE	Verifique a continuidade dos cabos, verifique se estão regularmente em curto-circuito e se são originais HT
13	Tentar novamente	Dados medidos não fiáveis	Repita a medição considerando o manual do instruções
14	Aviso: Tensão Residual	Presença de tensão entre as pontas de prova no final do teste ISO devido a elevadas capacitâncias parasitas	Tenha cuidado ao desligar os terminais de medição e siga os avisos no manual do instruções
15	Rcal > Rmed	O procedimento de reinicialização da resistência do cabo de teste na operação RPE falhou	Verifique a continuidade dos cabos, verifique se estão regularmente em curto-circuito e se são originais HT
16	Erro Memória Flash	Erro interno	Envie instrumento para assistência
17	Temp. Alta	Temperatura do circuito interno demasiado alta	Aguarde o arrefecimento dos circuitos antes de realizar novos testes
18	lbatt muito alta	Erro interno	Envie instrumento para assistência
19	VPN > Vtest	Tensão da string superior à tensão de teste no teste ISO	Selecione uma tensão de teste mais elevada no teste ISO
20	Verifique os fios	Tensão incorreta detetada nos terminais P-N-E	Verifique as ligações indicadas no manual do instruções
21	Erro Wi-Fi	Módulo WiFi não responde aos comandos	Desligue e volte a ligar o instrumento e tente novamente. Se o erro persistir, envie o instrumento para assistência
22	BT não funcionar	Módulo Bluetooth não responde aos comandos	
23	Conexão perdida		
24	IGBT avariado	Erro interno	Envie instrumento para assistência
25	U.remota: bateria fraca	Nível da bateria SOLAR03 baixo	Substitua as baterias SOLAR03 por outras do mesmo tipo
26	Pico Isc muito alto	Corrente de pico muito elevada devido a elevadas capacitâncias parasitas	Execute testes na string dividida ao meio ou testes em módulos individuais
27	Isc muito alta	Corrente Isc >40A	Verifique as ligações do instrumento, desligue todas as strings em paralelo e verifique se o instrumento não está ligado ao inversor fotovoltaico
28	Pico Isc muito longo	Corrente de pico mantida durante muito tempo	
29	Verifique entr. U.Remota	Os valores recebidos do SOLAR03 são irrealistas	Verifique as entradas do SOLAR03 e a posição das células de referência
30	ISC<0.1A	Valor medido Isc muito baixo (<0,1A)	Verifique os cabos de ligação e as características do módulo fotovoltaico considerado
31	Irradiância <Lim.	Valores de irradiância medidos inferiores ao limite definido	Verifique o limite definido e a posição das células de referência

## 7. MEMORIZAÇÃO DOS RESULTADOS

O instrumento permite o armazenamento de até 999 resultados de medição. Os dados podem ser recuperados no visor e apagados a qualquer momento, e podem ser associados identificadores numéricos de referência mnemónica ao sistema (**máx. 3 níveis**), string e módulo FV (**máx. 250**).

### 7.1. MEDIDAS DE POUPANÇA

1. Premir o botão **SAVE** com o resultado da medição no visor.

O instrumento apresenta o ecrã mostrado ao lado, no qual são apresentados os seguintes itens:

- A primeira posição de memória disponível (“Medição”)
- O marcador de 1º nível (ex: “Planta”). Podem ser atribuídas várias a cada marcador até 20 etiquetas totalmente personalizáveis. Selecione o marcador de nível pretendido com as botões de seta (◀, ▶) e prima o botão **ENTER** para selecionar uma das etiquetas disponíveis
- O marcador de 2º nível (ex: “String”). Podem ser atribuídas várias a cada marcador até 20 etiquetas totalmente personalizáveis. Selecione o marcador de nível pretendido com as botões de setas ◀, ▶
- O marcador de 3º nível (ex: “Módulo”). Podem ser atribuídas várias a cada marcador até 20 etiquetas totalmente personalizáveis. Selecione o marcador de nível pretendido com as botões de setas ◀, ▶
- O campo "Comentário" no qual o operador pode introduzir uma breve descrição (máx. 30 caracteres) utilizando o botão do virtual interno. O comentário introduzido é apresentado na linha seguinte

MEM	15/10 – 18:04	
Medição:	001	
Planta	<b>001</b>	
String	001	
Módulo	- - -	
Comentário:	Instalaç. Morgado	



### ATENÇÃO

- Os nomes personalizados das etiquetas dos marcadores podem ser definidos com o software TopView e carregados no instrumento através da ligação ao PC (secção "Ligação PC-Instrumento → Gestão de Marcadores")
- Os nomes dos marcadores utilizados nas medições guardadas na memória não podem ser apagados ou modificados
- Os nomes de marcadores predefinidos não podem ser apagados. Os nomes personalizados só podem ser apagados **a partir do software TopView**

2. Prima novamente o botão **SAVE** para concluir a gravação dos dados ou **ESC/MENU** para sair sem gravar

## 7.2. VISUALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE DADOS GUARDADOS

1. Premir o botão **ESC/MENU** para voltar ao menu principal, seleccionar o item **MEM** e premir **ENTER** para entrar na secção de visualização dos dados armazenados. A imagem do ecrã ao lado mostra a lista de provas armazenadas
2. Com as botões de setas **▲, ▼** seleccionar no visor a medição memorizada que pretende chamar e, com as botões de setas **◀, ▶** seleccionar "**Rec**". Confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã

MEM 15/10 – 18:04		
N.	Data	Tipo
001	15/05/23	RPE
002	15/05/23	MΩ
003	15/05/23	IVCK
004	12/04/23	RPE
005	12/04/23	IVCK
Tot: 5		Livre: 994
▲		▼
▼		Último
Rec	Pag	CANC

3. Para o teste **IVCK**, estão presentes os valores dos seguintes parâmetros:
  - Valor de tensão Voc @STC com resultado relacionado
  - Valor de corrente Isc @STC com resultado relacionado
  - Valor nominal de Voc
  - Valor nominal de Isc
  - Valor Rp com resultado relativo (se teste seleccionado) caso contrário "- -" se teste não seleccionado (OFF)
  - Valores R+ e R- com resultados relacionados (se teste seleccionado) caso contrário "- -" se teste não seleccionado (OFF)
  - Valor RPE com resultado relativo (se teste seleccionado) caso contrário "- -" se teste não seleccionado (OFF)

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@STC	43.0	V	OK
Isc@STC	1.76	A	OK
Voc Nom	42.9	V	
Isc Nom	1.80	A	
Rp	---	MΩ	
R+	---	R- ---	MΩ
RPE	---	Ω	
◀ OK ▶			
OFF	OFF	OFF	---Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

4. Use as teclas de seta **◀, ▶** para seleccionar valores **@OPC**. A tela ao lado é mostrada no display

IVCK 15/10 – 18:04			
Voc@OPC	1464.0	V	
Isc@OPC	1.77	A	
VocMed	1462.3	V	
IscMed	1.81	A	
Rp	---	MΩ	
R+	---	R- ---	MΩ
RPE	---	Ω	
◀ OK ▶			
OFF	OFF	OFF	---Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<

5. Use as teclas de seta **◀, ▶** para seleccionar valores dos **Irradiação** e Temperatura de módulos. A tela ao lado é mostrada no display
6. Use as teclas de seta **▲, ▼** para passar rapidamente para a medição seguinte ou anterior na lista de medições salvas

IVCK 15/10 – 18:04				
Irr.	Front	Btop	Bbot.	W/m2
	920	125	95	
Temp	54.7			°C
Rp		>100	MΩ	OK
R+	>100	R-	>100	MΩ
RPE			Ω	
◀ OK ▶				
1000V	1.00MΩ	OFF	---	Ω
VTest	ISO	RPE	>φ<	

7. Para o teste **RPE**, estão presentes os valores dos seguintes parâmetros:

Limite definido para a medição da continuidade

- Valor da resistência de calibração do objeto de ensaio
- O valor da resistência do objeto de teste
- O valor real da corrente de teste aplicada
- Resultado da medição

RPE			15/10 – 18:04	
R	0.02	$\Omega$		
I <sub>test</sub>	212	mA		
<b>OK</b>				
STD	2.00 $\Omega$		0.06 $\Omega$	
MODO	Lim.		> $\phi$ <	

8. Com as botões de setas **▲, ▼** selecionar a medição memorizada que pretende apagar e, com as botões de setas **◀, ▶** selecionar "**Canc**" / "**Apagar**". Confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã

MEM			15/10 – 18:04	
N.	Data	Tipo		
001	15/05/23	RPE		
002	15/05/23	M $\Omega$		
003	15/05/23	IVCK		
004	12/04/23	RPE		
005	12/04/23	IVCK		
Tot: 5			Livre: 994	
▲			▲	
▼			▼	
			Ult	
Rec	Pag	CANC		

9. Premir o botão **ENTER** para confirmar a operação ou o botão **ESC** para sair sem confirmar e voltar ao menu principal. O instrumento apaga sempre a última medição guardada

MEM			15/10 – 18:04	
<b>Apagar Última?</b>				
<b>ENTER / ESC</b>				

## 8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC

A ligação entre o PC e o instrumento é realizada através de uma porta série ótica (ver Fig. 3) utilizando o cabo ótico/USB C2006 ou através de uma ligação WiFi. A escolha do tipo de ligação deve ser feita no software de gestão **TopView** disponível para download gratuito no site da HT a partir do link: <https://www.ht-instruments.com/en/product-download/>.

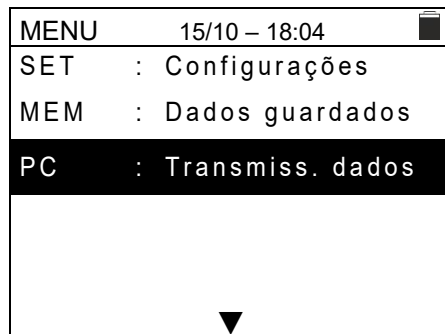


### ATENÇÃO

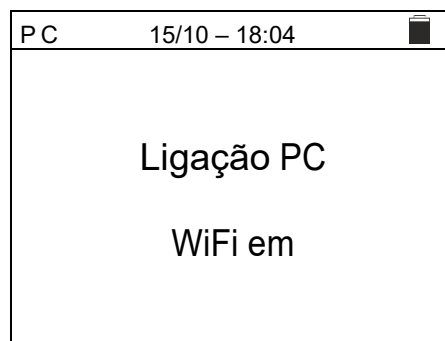
- Para transferir dados para um PC através de um cabo ótico/USB, é necessário ter instalado previamente o software de gestão no próprio PC.
- Antes da ligação, é necessário seleccionar no PC a porta utilizada e a velocidade de transmissão correcta (57600 bps). Para definir estes parâmetros, iniciar o software de gestão fornecido e consultar a ajuda em linha do programa
- A porta seleccionada não deve estar ocupada por outros dispositivos ou aplicações, como um rato, um modem, etc. Feche todos os processos em execução a partir da função Gestor de Tarefas do Windows
- A porta ótica emite radiação LED invisível. Não observar directamente com instrumentos ópticos. Luminária LED de classe 1M de acordo com a norma IEC/EN60825-1

Para transferir dados para um PC, siga os passos abaixo:

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligar o instrumento ao PC utilizando o cabo ótico/USB **C2006** fornecido
3. Pressione o botão **ESC/MENU** para abrir o menu principal
4. Utilize as botões de setas (**▲, ▼**) para seleccionar 'PC' para entrar no modo de transferência de dados e confirme com **SAVE/ENTER**



5. **Se for utilizada uma ligação WiFi**, ativar o módulo interno (ver § 5.1.3). Neste caso, o instrumento apresenta o seguinte ecrã:




6. Utilizar os comandos do software de gestão para ativar a transferência de dados (ver a ajuda em linha do programa)

## 9. MANUTENÇÃO

### 9.1. GENERALIDADES

O instrumento que adquiriu é um instrumento de precisão. Respeite as recomendações indicadas neste manual durante a utilização e o armazenamento para evitar possíveis danos ou perigos durante a utilização. Não utilizar o instrumento em ambientes com elevada humidade ou temperatura elevada. Não expor à luz solar direta. Desligar sempre o instrumento após a utilização. Se o instrumento não for utilizado durante um longo período de tempo, retire as pilhas para evitar fugas de líquidos que possam danificar os circuitos internos do instrumento.

### 9.2. SUBSTITUIÇÃO DA BATERIA

Quando o símbolo de pilha fraca “” aparecer no ecrã LCD, ou quando a mensagem "pilha fraca" aparecer no ecrã durante um teste, substitua as pilhas internas



#### ATENÇÃO

Apenas técnicos qualificados podem executar esta operação. Certifique-se de que todos os cabos são retirados dos terminais de entrada antes de efetuar esta operação.

1. Desligar o instrumento premindo longamente o botão de alimentação
2. Desaperte o parafuso que fixa a tampa do compartimento das pilhas e retire-a
3. Retirar todas as pilhas do compartimento das pilhas e substituí-las apenas por pilhas novas e todas do tipo correto (ver § 10.3), respeitando as polaridades indicadas
4. Volte a colocar a tampa do compartimento das pilhas e fixe-a com o parafuso fornecido
5. Não deitar as pilhas usadas no meio ambiente. Utilizar os contentores adequados para a eliminação

### 9.3. LIMPIEZA DO INSTRUMENTO

Utilizar um pano macio e seco para limpar o instrumento. Nunca utilizar panos húmidos, solventes, água, etc.

### 9.4. FIM DE VIDA



**ATENÇÃO:** o símbolo apresentado indica que o instrumento, os seus acessórios e as baterias internas devem ser recolhidos separadamente e tratados corretamente

## 10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 10.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A incerteza é dada como  $\pm[\% \text{leitura} + (\text{num.dgt}^* \text{resolução})]$  a  $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $<80\% \text{RH}$

### SEGURANÇA ELÉCTRICA

#### DMM - Tensão CC

Campo [V]	Resolução [V]	Incerteza
3 ÷ 1500	1	$\pm(1.0\% \text{leitura} + 2 \text{dgt})$

#### DMM - Tensão CA TRMS

Campo [V]	Resolução [V]	Incerteza
3 ÷ 1000	1	$\pm(1.0\% \text{leitura} + 3 \text{dgt})$

Gama de frequências:  $42,5 \div 69 \text{Hz}$ ; Tensão zerada para valor medido  $<3 \text{V}$

#### MΩ - Resistência de isolamento R(+), R(-), Rp - Modo DUAL

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incerteza (*)
250, 500, 1000, 1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	$\pm(5.0\% \text{leitura} + 5 \text{dgt})$
	1.0 ÷ 19.9	0.1	
	20 ÷ 100	1	

(\*) Incerteza declarada para  $\text{VPN} \geq 240 \text{V}$ ,  $\text{Rguasto} \geq 10$ . Incerteza não declarada de Rp e R(+) se  $\text{R}(+) \geq 0.2 \text{M}\Omega$  e  $\text{R}(-) < 0.2 \text{M}\Omega$ , Incerteza não declarada de Rp e R(-) se  $\text{R}(+) < 0.2 \text{M}\Omega$  e  $\text{R}(-) \geq 0.2 \text{M}\Omega$

Tensão em vazio  $< 1,25 \times$  tensão nominal de ensaio  
 Corrente de curto-circuito  $< 15 \text{mA}$  (pico) por tensão de ensaio  
 Corrente nominal de medição  $> 1 \text{mA}$  em  $\text{R} = 1 \text{k}\Omega \times \text{Vnom}$  (com VPN, VPE, VNE = 0)  
 Capacidade gerida por pólo  $2 \mu\text{F}$

#### Resistência de isolamento (MΩ) – Modo TMR

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incerteza
250, 500, 1000, 1500	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(5.0\% \text{leitura} + 5 \text{dgt})$
	10.0 ÷ 99.9	0.1	

Tensão em vazio  $< 1,25 \times$  tensão nominal de ensaio  
 Corrente de curto-circuito  $< 15 \text{mA}$  (pico) por tensão de ensaio  
 Corrente nominal de medição  $> 1 \text{mA}$  em  $\text{R} = 1 \text{k}\Omega \times \text{Vnom}$  (com VPN, VPE, VNE = 0)  
 Temporizador ajustável:  $3 \text{s} \div 999 \text{s}$

#### Continuidade do condutor de proteção (RPE)

Campo [Ω]	Resolução [Ω]	Incerteza
0.00 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\% \text{leitura} + 2 \text{dgt})$
10.0 ÷ 99.9	0.1	
100 ÷ 1999	1	

Corrente de teste:  $> 200 \text{mA}$  DC fino até  $5 \Omega$  (incluindo cabos), resolução de  $1 \text{mA}$ , incerteza  $\pm(5.0\% \text{leitura} + 5 \text{dígitos})$   
 Tensão sem carga  $4 < V_0 < 10 \text{V}$

#### GFL - Localizador de Falhas à Terra

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incerteza Rp(*)	Incerteza Posição
250, 500, 1000, 1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	$\pm(5.0\% \text{leitura} + 5 \text{dgt})$	$\pm 1 \text{módulo}$ ( $\text{NMOD} \leq 35$ ) $\pm 3 \text{módulos}$ ( $\text{NMOD} > 35$ )
	1.0 ÷ 19.9	0.1		
	20 ÷ 100	1		

(\*) Incerteza declarada para  $\text{VPN} \geq 240 \text{V}$ ,  $\text{Rguasto} \geq 10$ ; Incerteza de Rp e R(+) não declarada se  $\text{R}(+) \geq 0.2 \text{M}\Omega$  e  $\text{R}(-) < 0.2 \text{M}\Omega$ , Incerteza de Rp e R(-) não declarada se  $\text{R}(+) < 0.2 \text{M}\Omega$  e  $\text{R}(-) \geq 0.2 \text{M}\Omega$

Tensão em vazio  $< 1,25 \times$  tensão nominal de ensaio  
 Corrente de curto-circuito  $< 15 \text{mA}$  (pico) por tensão de ensaio  
 Corrente nominal de medição  $> 1 \text{mA}$  em  $\text{R} = 1 \text{k}\Omega \times \text{Vnom}$  (com VPN, VPE, VNE = 0)  
 Capacidade gerida por pólo  $2 \mu\text{F}$   
 Limite de medição ajustável:  $0.05 \text{M}\Omega, 0.1 \text{M}\Omega, 0.23 \text{M}\Omega, 0.25 \text{M}\Omega, 0.50 \text{M}\Omega, 1.00 \text{M}\Omega$   
 Número módulos configuráveis:  $4 \div 60$

A função GFL fornece resultados corretos sob os seguintes pressupostos:

- Ensaio realizado com  $V_{\text{test}} \geq V_{\text{nom}}$  num **único string desligado do inversor**, de eventuais para-raios e de ligações à terra.
- Teste realizado a montante de quaisquer díodos de bloqueio
- **Defeito único** de baixo isolamento que ocorre em qualquer ponto da cadeia
- Resistência de isolamento de falha única:  $< 1.00 \text{M}\Omega$
- Condições ambientais semelhantes às aquelas em que a avaria foi comunicada

**OPT – Ensaio de isolamento com otimizadores e dispositivos MLPE**

Tensão de ensaio CC [V]	Escala [MΩ]	Resolução [MΩ]	Precisão Rp (*)
100 (**), 250, 500 1000, 1500 (MLPE com RSD)	0.1 ÷ 0.99	0.01	±(5.0% leitura + 10dgt)
	1.0 ÷ 19.9	0.1	
	20 ÷ 250	1	
100 (MLPE sem RSD)	0.1 ÷ 0.99	0.01	
	1.0 ÷ 19.9	0.1	
	20 ÷ 100	1	

(\*) Incerteza declarada para VPN ≥ 240 V, Rdefeito ≥ 10 Ω. A incerteza de Rp e R(+) não é declarada se R(+) ≥ 0.2 MΩ e R(-) < 0.2 MΩ. A incerteza de Rp e R(-) não é declarada se R(+) < 0.2 MΩ e R(-) ≥ 0.2 MΩ

(\*\*) Apenas com a versão HW02 ou superior.

Tensão em vazio: <math><1.25 \times \text{tensão nominal de ensaio}</math>  
 Corrente de curto-circuito: <math><15\text{mA (pico)}</math> para cada tensão de ensaio  
 Corrente nominal de medição: <math>>1\text{mA su } R = 1\text{k}\Omega \times V\_{\text{nom}}</math> (com VPN, VPE, VNE= 0)  
 Capacidade máxima gerida por polo: 2μF  
 Limite de medição configurável: 0.10MΩ, 0.25MΩ, 0.60MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, 200MΩ (MLPE com RSD)  
 0.10MΩ, 0.25MΩ, 0.60MΩ, 1.00MΩ, 50MΩ (MLPE sem RSD)  
 Número de otimizadores: 1 ÷ 60  
 Corrente máxima em modo RSD: 1A (RSD = dispositivo de desligamento rápido)

**FUNÇÃO IVCK**

A incerteza é dada como ±[%leitura + (num.dgt\*resolução)] a 23°C±5°C, <math><80\%RH</math>

**Tensão CC@ OPC**

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3.0 ÷ 1500.0	0.1	±(1.0% leitura + 2dgt)

Tensão VPN mínima para iniciar o teste: 15V

**Corrente CC @ OPC**

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza
0.10 ÷ 40.00	0.01	±(1.0% leitura + 2dgt)

**Tensão CC @ STC**

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3.0 ÷ 1500.0	0.1	±(4.0% leitura + 2dgt)

**Corrente CC @ STC**

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza
0.10 ÷ 40.00	0.01	±(4.0% leitura + 2dgt)

## 10.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

### Normas de referência

Segurança dos instrumentos:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033, IEC/EN61010-2-034
EMC:	IEC/EN61326-1, IEC/EN61326-2-2
Acessórios de medição de segurança:	IEC/EN61010-031
Medidas:	IEC/EN62446-1, IEC/EN60891 (IVCK) IEC/EN61557-1, IEC/EN61557-2 (M $\Omega$ ) IEC/EN61557-4 (RPE)
Medições de módulos Bifaciais:	IEC/EN60904-1-2
Cálculo da temperatura do módulo:	IEC/EN60904-5
Ambiente EMC de utilização:	portátil, Classe A, Grupo 1
Isolamento:	duplo isolamento
Grau de poluição:	2
Categoria de medição:	CAT III 1000VCA, CAT III 1500VCC para a terra, Máximo de 1000VCA, 1500VCC entre entradas

### Rádio

Conformidade com RED diretivas:	ETSI EN300328, ETSI EN301489-1, ETSI EN301489-17
---------------------------------	---

### Ecrã, memória e interface para PC

Tipo de ecrã:	LCD personalizado, 240x240pxl, retroiluminado
Dados armazenáveis:	max 999
Base de dados interna:	máx. 64 módulos guardáveis
Interface para PC:	ótico/USB e WiFi
Interface com SOLAR03:	Ligação Bluetooth (até 100m em espaço livre)

### Alimentação

Tipo de bateria:	6x1,5V alcalina tipo AA LR06 ou 6x1.2V pilhas recarregáveis NiMH tipo AA LR06
Indicação de bateria fraca:	simbolo "□" "mostrato a display
Duração bateria (@Temp = 20°C):	RPE: >500 Teste (RPE $\geq$ 0.1 $\Omega$ ) GFL, M $\Omega$ : >500 teste (Riso $\geq$ 1k $\Omega$ xVTest) IVCK: >500 teste (sem SOLAR03)
Desligar automaticamente:	após 5 minutos de não utilização

### Características mecânicas

Dimensões (L x La x H)	235 x 165 x 75mm
Peso (incluindo pilhas):	1.2kg
Proteção mecânica:	IP40

**10.3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO**

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C
Temperatura de utilização:	-10°C ÷ 50°C
Humidade relativa admissível:	<80%RH (sem condensação)
Temperatura de armazenamento:	-10°C ÷ 60°C
Humidade de armazenamento:	<80%RH (sem condensação)
Altitude máxima de utilização:	2000m

**Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia de Baixa Tensão 2014/35/UE (LVD), Diretiva 2014/30/UE (EMC) e RED 2014/53/UE**  
**Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia 2011/65/UE (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/UE (WEEE)**

**10.4. ACESSÓRIOS**

Ver lista de embalagem em anexo

**ATENÇÃO**

Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e substituídos, se necessário, por modelos idênticos

## 11. APÊNDICE - SUGESTÕES TEÓRICAS

### 11.1. MEDIÇÃO DO ÍNDICE DE POLARIZAÇÃO (PI)

O objetivo deste ensaio de diagnóstico é avaliar a influência dos efeitos de polarização. Quando se aplica uma tensão elevada a um isolante, os dipolos elétricos distribuídos no isolante alinham-se na direção do campo elétrico aplicado. Este fenómeno é designado por polarização. Devido ao efeito das moléculas polarizadas, é gerada uma corrente de polarização (absorção) que diminui o valor global da resistência do isolamento.

O parâmetro **PI** consiste no rácio entre o valor da resistência de isolamento medido após 1 minuto e o valor medido após 10 minutos. A tensão de ensaio é mantida durante todo o ensaio e, no final, o instrumento fornece o valor do rácio:

$$PI = \frac{R (10 \text{ min})}{R (1 \text{ min})}$$

Alguns valores de referência:

Valor PI	Condição de isolamento
<1.0	Não aceitável
da 1.0 a 2.0	Perigoso
da 2.0 a 4.0	Bom
> 4.0	Excelente

### 11.2. RAZÃO DE ABSORÇÃO DIELECTRICA (DAR)

O parâmetro **DAR** consiste no rácio entre o valor da resistência de isolamento medido após 30s e o valor medido após 1minuto. A tensão de ensaio é mantida durante todo o ensaio e, no final, o instrumento fornece o valor do rácio:

$$DAR = \frac{R (1 \text{ min})}{R (30s)}$$

Alguns valores de referência:

Valor DAR	Condição de isolamento
< 1.0	Não aceitável
da 1.0 a 1.25	Perigoso
da 1.25 a 1.6	Bom
> 1.6	Excelente

### 11.3. FUNÇÃO GFL – ASPECTOS TEÓRICOS E REFERÊNCIAS REGULATÓRIAS

A função GFL executada pelo instrumento em uma string de módulos fotovoltaicos (ver § 6.5) é capaz de:

- Identificar a presença de uma **única falha** no string desconectado do inversor, de outros strings, de quaisquer pára-raios e de conexões de aterramento funcionais
- Identifique a localização desta **única falta** dentro da string definindo um limite mínimo no controle de resistência de isolamento entre as opções: **0.05MΩ**, **0.1MΩ**, **0.23MΩ**, **0.25MΩ**, **0.50MΩ** ou **1.00MΩ**

Como parte da medida de isolamento, existe um "contraste" entre os regulamentos de verificação para instalações fotovoltaicas (IEC/EN62446-1) e os regulamentos de produtos com os quais os módulos fotovoltaicos são construídos (IEC 61646 e IEC61215) que definem o seguinte limites de verificação:

- IEC/EN62446-1 → limite mínimo de isolamento = **1MΩ**
- IEC 61646/IEC61215 → isolamento mínimo de um único módulo igual a **40MΩ/m<sup>2</sup>** portanto, para um módulo típico de aprox. 2m<sup>2</sup> → isolamento mínimo de aprox. **20MΩ**. Portanto, um único módulo fotovoltaico com isolamento à terra de **20MΩ** deve ser considerado como um módulo que atende aos testes de tipo, ou seja, "sem defeito".

Para fixar ideias sobre a situação atual no campo, referimo-nos ao exemplo de Fig. 16 vamos considerar uma string composta por 31 módulos fotovoltaicos, cada um com um isolamento à terra de 20MΩ. O isolamento "geral" da string é, portanto, dado pelo paralelo dos 31 resistores, ou seja  $20\text{M}\Omega/31 = 0.64\text{M}\Omega$

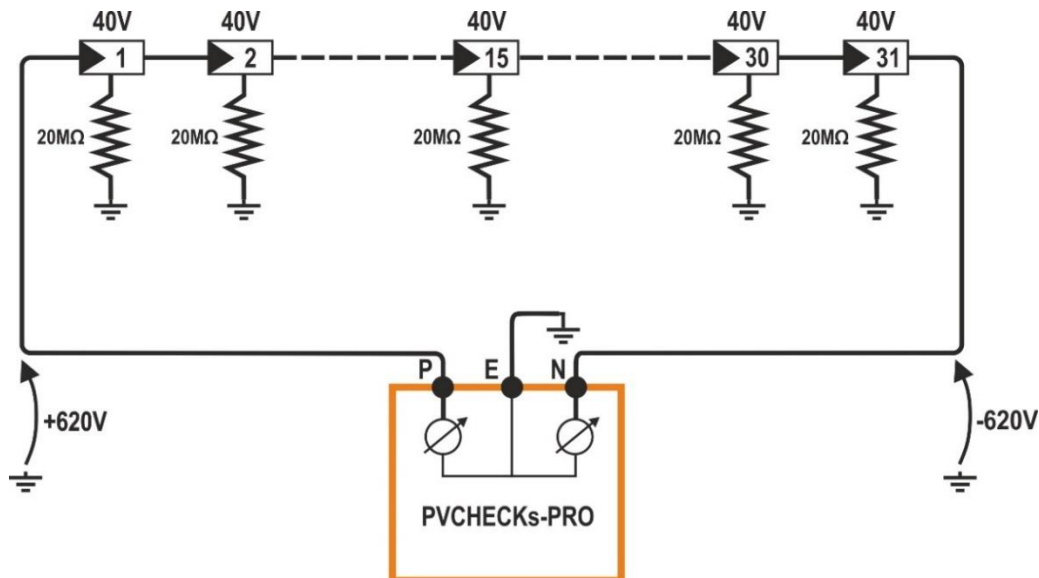


Fig. 16: Exemplo de uso da função GFL

Este valor de isolamento, medido pelo instrumento PVCHECKs-PRO, seria aceitável de acordo com os padrões de produtos de módulos fotovoltaicos, mas contrasta com o padrão de verificação IEC/EN62446-1 que fornece isolamento mínimo **1MΩ**.

Esta "diferença" regulatória é conhecida pelos fabricantes de inversores que de fato tornam o valor mínimo permitido para isolamento (normalmente) configurável e sugerem aproximadamente  $100\text{k}\Omega = 0.1\text{M}\Omega$  como o valor abaixo do qual o inversor bloqueia (este valor depende dos fabricantes, por exemplo a SMA "sugere"  $200\text{k}\Omega$ ).

Se você decidir aceitar um valor limite mínimo de **1MΩ**, **isso tornaria crítica a localização da falha**

Na verdade, no exemplo relatado anteriormente em Fig. 16, como nenhum dos módulos fotovoltaicos está realmente com defeito, os potenciais dos pólos positivo e negativo são substancialmente simétricos em relação à terra (+620V e -620V), portanto, o instrumento detectaria erroneamente "falha" um módulo com resistência de isolamento igual a  $0.64\text{M}\Omega$ , cuja posição é calculada da seguinte forma (**de acordo com os requisitos da IEC/EN62446-1**):

**Localização da falha =  $V_T / V_{\text{mód}}$**

No qual:

- $V_T$  = **valor mínimo entre VPE e VEN**
- $V_{\text{mód}}$  = tensão de um único módulo

Portanto: Pos. da falha =  $620 / 40 = 15.5$  (perto do 15º módulo da string)

Na realidade, o referido módulo, por hipótese, não apresenta nenhum defeito e, testado individualmente, apresentaria, como todos os demais módulos, um isolamento à terra igual a  $20\text{M}\Omega$

O maior valor limite mínimo permitido pelo instrumento, igual a  $230\text{k}\Omega = 0.23\text{M}\Omega$  representa portanto o **valor máximo razoável que nos permite assumir a presença de uma ÚNICA falha de isolamento em relação à terra** (que é a principal hipótese em que se baseia o procedimento indicado pela norma IEC/EN62446, na qual está em conformidade a função GFL dos instrumento PVCHECKs-PRO).

## 11.4. FUNÇÕES DUAL E TMR – INFORMAÇÕES TÉCNICAS

As funções DUAL e TMR são as duas formas pelas quais o instrumento PVCHECKs-PRO realiza medições de isolamento em instalações fotovoltaicas. Em particular:

- **Modo DUAL** → permite realizar a medição de isolamento em módulos individuais, em strings individuais, em strings em paralelo e em campos fotovoltaicos inteiros operando nos pólos (+) e (-) dos mesmos, **sem a necessidade de conectá-los em curto circuito**. A função garante uma redução drástica nos tempos de teste, flexibilidade e confirmação imediata do estado de isolamento de ambas as polaridades, mas por outro lado deve **sempre reconhecer a presença de uma tensão entre os pólos positivo e negativo VPN > 15VCC** para poder realizar o teste. Esta função **NÃO pode ser utilizada na presença de dispositivos MLPE** (a menos que sejam desligados primeiro). **Nestas condições, utilize o modo "OPT" (ver § 6.6)**
- **Modo TMR** → permite realizar a medição de isolamento "típica" entre o pólo (-) e/ou o pólo (+) do módulo fotovoltaico/string/campo à terra, testar o isolamento dos cabos de ligação, peças do inversor, segurança eletricidade **em geral de forma contínua, configurando um temporizador de medição na faixa de 3s ÷ 999s sem qualquer restrição de tensão necessariamente presente entre os pólos** (como acontece no modo DUAL) → O método requer necessariamente a realização de mais de uma medida em cordas

### 11.4.1. Aspectos regulatórios e teóricos da medição de isolamento

A norma IEC/EN62446-1 indica que a medição do isolamento dos circuitos associados a um sistema fotovoltaico (módulos individuais, strings, campos fotovoltaicos, conexões, etc...) deve ser realizada **avaliando sempre o valor mínimo da resistência**, com um dos seguintes métodos:

1. Medição da resistência de isolamento à terra dos pólos positivo e negativo dos módulos/strings/campos fotovoltaicos (**método utilizado no modo TMR e mais precisamente no modo DUAL do PVCHECKs-PRO, PVCHECKs-ONE e PV-ISOTEST**)
2. Medição da resistência de isolamento à terra dos pólos positivo e negativo previamente curto-circuitados (**método utilizado pelo modelo PVCHECKs**)

#### Método 1

Mesmo que os sistemas fotovoltaicos sejam essencialmente criados como **sistemas IT** (portanto, não tendo um sistema de aterramento fisicamente criado), tensões de perturbação aleatórias devido a parâmetros "parasitas" estão sempre presentes entre os pólos (+) / Terra e (-) / Terra (normalmente efeitos ôhmicos capacitivos) indicados como **Vop** e **Von** no seguinte diagrama principal (ver Fig. 17 - parte esquerda):

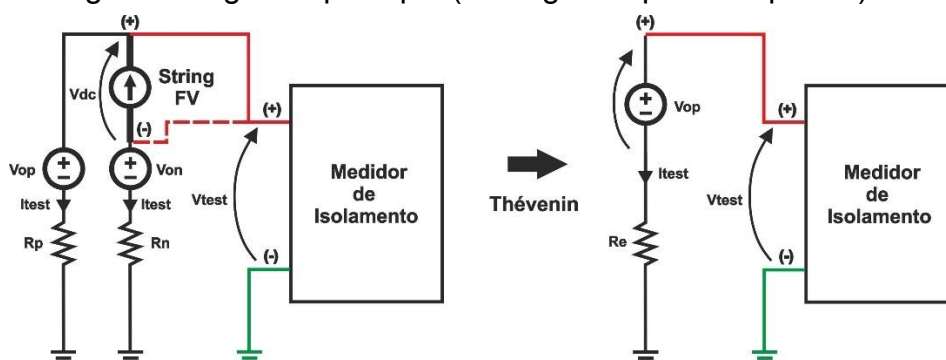


Fig. 17: Diagrama e circuito equivalente do Método 1

No qual:

- $V_{test}$  = Tensão de teste do medidor de isolamento
- $I_{test}$  = Corrente de teste fornecida como resultado da tensão de teste aplicada
- $V_{dc}$  = Tensão da string
- $R_p$  = Resistência de isolamento do pólo (+) à terra
- $R_n$  = Resistência de isolamento do pólo (-) à terra
- $V_{op}$  = Tensão “parasita” aleatória do pólo (+) à terra
- $V_{on}$  = Tensão “parasita” aleatória do pólo (-) à terra

As tensões de perturbação  $V_{op}$  e  $V_{on}$  dependem de vários fatores, incluindo a tensão do string, as condições ambientais e a presença do próprio instrumento e podem influenciar significativamente a medição do isolamento.

Aplicando a regra de simplificação segundo Thévenin é possível referir-se ao circuito equivalente (ver Fig. 17 - parte direita), referindo-se por exemplo ao pólo (+) da corda:

No qual:

$$R_e = R_p // R_n = \frac{R_p * R_n}{R_p + R_n}; I_{test} = \frac{(V_{test} - V_{op})}{R_e}; V_{op} = V_{dc} \frac{R_p}{R_p + R_n}$$

Vamos considerar o seguinte exemplo:

- $V_{test} = 500V_{DC}$
- $R_p = 10M\Omega \rightarrow$  Isolamento supostamente correto ( $>1M\Omega$ ) no pólo (+)
- $R_n = 0.1M\Omega \rightarrow$  Isolamento supostamente incorreto ( $<1M\Omega$ ) no pólo (-)
- $V_{dc} = 490V_{CC}$
- $V_{op} \cong 490V$
- $R_e \cong 0.1M\Omega$
- $I_{test} \cong 100\mu A$

O medidor de isolamento (modo TMR) mede  $V_{test}$  e  $I_{test}$  e calcula a seguinte resistência de isolamento:

$$R_{e_{EFF}} = \frac{V_{test}}{I_{test}} = \frac{500V}{100\mu A} = 5M\Omega$$

Portanto, devido à presença de  $V_{op}$ , apesar de possuir baixo isolamento no pólo (-), o instrumento fornece um valor **NÃO correto** de bom isolamento na medição realizada no pólo (+)  $\rightarrow$  a medição com o Método 1 pode, portanto, ser afetada por um erro que depende da magnitude das tensões de perturbação

O modo DUAL (atualmente presente apenas em instrumentos HT) sempre se enquadra no tipo de Método 1, mas utiliza equações de cálculo mais complexas (não baseadas na simples Lei de Ohm) que levam em consideração os efeitos das tensões de perturbação, **NÃO é afetado por estes erros** e fornece sempre correta exclusivamente as seguintes informações:

- Resistência de isolamento do pólo R (+) à terra
- Resistência de isolamento do pólo R (-) à terra
- Resistência  **$R_p = R (+) // R (-)$**  do paralelo entre as resistências de isolamento dos dois pólos que é utilizado como valor de referência para comparação com o valor limite mínimo (**normalmente  $1M\Omega$** )

### Método 2

Este método (ver Fig. 18) envolve o fechamento de curto-circuito (através de um dispositivo de segurança especial) dos dois pólos (+) e (-) **para eliminar a tensão perturbadora  $V_o$**  e então realizar uma medição "clássica" da resistência de isolamento entre o ponto comum dos pólos em curto e aterrado

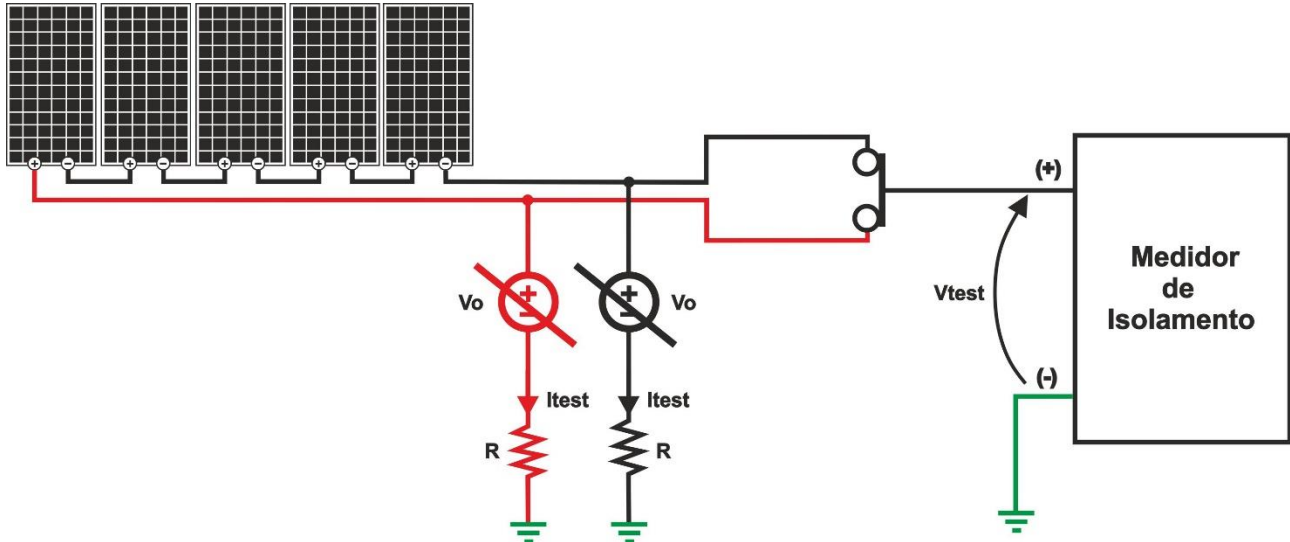


Fig. 18: Diagrama e circuito equivalente do Método 2

As desvantagens deste método (usado pelo modelo PVCHECKs que automaticamente coloca em curto os pólos da corda internamente) são as seguintes:

- As resistências de isolamento dos dois pólos estão em paralelo → o instrumento sempre atua e fornece apenas a medição deste  $R_p$ , portanto, **não é possível** destacar o pólo em que há problema de isolamento baixo
- É possível testar APENAS uma string por vez para não atingir valores de corrente de curto-circuito muito altos que podem danificar o instrumento (máx. 15A para PVCHECKs)

## 11.5. CARACTERÍSTICAS DOS MLPE (OTIMIZADORES E DISPOSITIVOS RSD)

Os dispositivos eletrônicos de potência ao nível do módulo (MLPE), incluindo microinversores, otimizadores CC e dispositivos de desligamento rápido (RSD), são concebidos para melhorar tanto o rendimento energético como a segurança dos módulos fotovoltaicos individuais. Os microinversores e os otimizadores CC desconectam eletricamente cada módulo da string, permitindo um funcionamento completamente independente e maximizando a produção de energia em condições de irradiação não uniforme ou de desajuste entre módulos. Estes dispositivos permitem ainda um monitorização detalhada ao nível do módulo.

### 11.5.1. Características dos dispositivos RSD

Os dispositivos de desligamento rápido (**RSD = Rapid ShutDown**) são essencialmente componentes de segurança. Estes dispositivos desligam os condutores do módulo em situações de emergência, de forma a cumprir os requisitos dos sistemas de proteção contra incêndios e de desligamento rápido, proporcionando um apoio eficaz aos utilizadores do setor em situações de perigo (por exemplo, bombeiros). Embora funcionem como dispositivos de seccionamento ao nível do módulo, não oferecem funcionalidades de otimização de desempenho nem de monitorização

### 11.5.2. Características gerais dos otimizadores de potência

No setor fotovoltaico, o principal objetivo dos otimizadores de potência é maximizar a produção energética de cada módulo individual, de forma independente dos restantes, mitigando os efeitos de sombreamento, múltiplas orientações ou futuras expansões. Isto traduz-se num aumento global do rendimento energético do sistema, numa maior flexibilidade de instalação e numa melhoria da gestão e da segurança da instalação.

Cada otimizador é ligado a um único módulo (ou a um pequeno grupo de módulos) e gere de forma autónoma a sua potência. Sem otimizadores, se um painel estiver sombreado ou apresentar desempenho inferior, este limita a corrente de toda a string ligada em série. Com otimizadores, cada painel continua a operar no seu potencial máximo, mesmo quando outros módulos apresentam problemas de desempenho. Para clarificar, se considerarmos uma série de módulos FV em que um deles apresenta desempenho reduzido, verifica-se a limitação da corrente de toda a string. Numa analogia hidráulica, o módulo com desempenho inferior pode ser comparado a um estrangulamento numa tubagem que limita o caudal do fluido. Se cada módulo FV — e em particular o módulo defeituoso — estiver equipado com um otimizador, a corrente que não consegue atravessar o módulo com menor desempenho é desviada pelo otimizador. Mantendo a analogia hidráulica, é como se existisse uma tubagem de bypass auxiliar por onde é conduzido o caudal que não consegue passar pelo estrangulamento da tubagem principal. Com base na descrição anterior, uma string de módulos FV equipada com otimizadores pode ser esquematizada eletricamente conforme a ligação apresentada na Fig. 19

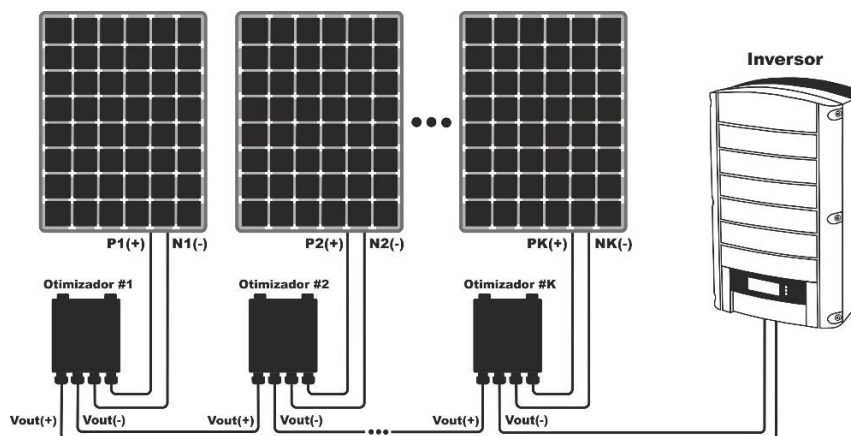


Fig. 19: Ligação de uma string FV com presença de otimizadores de potência

### 11.5.3. Ensaio IVCK ou curvas I-V em dispositivos MLPE

Com base nos princípios de funcionamento dos dispositivos MLPE, a realização de ensaios IVCK ou de curvas I-V em strings fotovoltaicas que integrem microinversores ou otimizadores CC não só é inútil, **como também tecnicamente inadequada**. Estes sistemas desligam eletricamente cada módulo da string, impedindo qualquer caracterização significativa de curvas I-V ou a medição de  $I_{sc}$  ao nível da string. **A realização destes ensaios pode ainda implicar o risco de danos tanto nos dispositivos MLPE como no equipamento de ensaio**

### 11.5.4. Medição do isolamento em dispositivos MLPE (função OPT)

Com referência ao esquema da Fig. 19, caso um inversor ligado a uma string FV composta por uma série de otimizadores **entre em bloqueio devido a baixo isolamento em relação à terra**, as causas possíveis (excluindo falhas no inversor) podem ser as seguintes:

1. Um ou mais módulos FV apresentam uma fuga para a terra
2. Um ou mais otimizadores apresentam uma fuga para a terra

De um modo geral, quando um inversor está ligado a um quadro elétrico em que uma das strings (equipada com otimizadores) apresenta problemas de baixo isolamento, pode proceder-se à medição **string a string**. Depois de identificada a string com baixo isolamento, pode proceder-se à localização do(s) módulo(s) e otimizador(es) com fuga, seccionando a string em subsecções.

Uma vez que um dos polos do otimizador é eletricamente “passante”, podem ocorrer tanto falhas de isolamento no próprio otimizador como no módulo fotovoltaico associado. Por conseguinte, para determinar se a falha de isolamento tem origem no módulo FV ou no otimizador, **é necessário desligar ambos os componentes e testá-los individualmente**.

### 11.5.5. Tipos de medições de isolamento com otimizadores de potência

A medição do isolamento depende essencialmente do tipo de otimizador instalado. Em particular, podem distinguir-se duas famílias de otimizadores:

- Otimizadores equipados com a função de “**desligamento rápido → RSD = Rapid ShutDown**”
- Otimizadores **NÃO equipados com a função RSD**

Os **otimizadores de potência** e a função da **desligamento rápido** são dois componentes essenciais das instalações fotovoltaicas modernas. Nos dispositivos equipados com esta função, a mesma **reduz automaticamente a tensão de saída para um valor praticamente nulo** em determinadas condições, entre as quais a desconexão da string do inversor. Esta combinação aumenta a segurança **em emergências** para os serviços de socorro (por exemplo, bombeiros), assegurando a conformidade com as normas aplicáveis. Os principais fabricantes disponibilizam otimizadores que integram a função RSD, existindo também modelos com ou sem esta função, ou versões em que a função é ativável apenas através do inversor correspondente.

A função RSD é regulamentada pela norma norte-americana **NEC 690.12**, a qual exige que a tensão total nos terminais da string constituída por otimizadores seja mantida **inferior a 30V** no prazo de **30s** após a ocorrência de diferentes condições de falha, incluindo a desconexão da string do inversor.

Ao nível dos **ensaios de isolamento**, a presença ou ausência da função RSD altera o tipo de ensaio que pode ser realizado, uma vez que:

- **Com dispositivos RSD presentes** → a tensão de saída é praticamente nula, sendo assim possível efetuar o curto-circuito entre os polos de saída da string de otimizadores.
- **Com dispositivos RSD não presentes** → a tensão de saída da string de otimizadores é, na prática, equivalente à tensão total de string dos módulos FV → neste caso, **não é possível efetuar o curto-circuito dos polos durante todo o tempo necessário à execução da medição de isolamento (aproximadamente 10s)**. Por razões de segurança e para evitar possíveis danos nos dispositivos MLPE, a tensão de ensaio na medição do isolamento está apenas definida para o valor de 100VCC

## 12. ASSISTÊNCIA

### 12.1. CONDIÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento é garantido contra todos os defeitos de material e de fabrico, em conformidade com as condições gerais de venda. Durante o período de garantia, as peças defeituosas podem ser substituídas, mas o fabricante reserva-se ao direito de reparar ou substituir o produto. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um retalhista, o transporte fica a cargo do cliente. O envio deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota explicativa dos motivos do envio do instrumento. Utilize apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente. O fabricante não assume qualquer responsabilidade por danos causados a pessoas ou objetos.

A garantia não se aplica nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição de acessórios e da bateria (não cobertos pela garantia).
- Reparações que se tornem necessárias devido à utilização incorreta do instrumento ou à sua utilização com instrumento incompatível.
- Reparações necessárias devido a uma embalagem inadequada.
- Reparações necessárias devido a trabalhos efetuados por pessoal não autorizado.
- Modificações realizadas no instrumento sem autorização expressa do fabricante.
- Utilização não contemplada nas especificações do instrumento ou no manual do utilizador.
- Il contenuto del presente manuale non può essere riprodotto in alcuna forma senza l'autorizzazione del costruttore.

**Os nossos produtos são patenteados e marcas registadas. Ao fabricante reserva-se o direito de alterar as especificações e os preços se tal se dever a progressos tecnológicos**

### 12.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funcionar corretamente, antes de contactar o serviço de assistência técnica, verificar o estado das pilhas e dos cabos e substituí-los, se necessário. Se o instrumento continuar a funcionar mal, verificar se o procedimento de utilização do instrumento está de acordo com este manual. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilizar apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente.





**HT ITALIA SRL**

Via della Boaria, 40

48018 – Faenza (RA) – Italy

T +39 0546 621002 | F +39 0546 621144

M [ht@ht-instruments.com](mailto:ht@ht-instruments.com) | [www.ht-instruments.it](http://www.ht-instruments.it)

WHERE  
WE ARE



**HT INSTRUMENTS SL**

C/ Legalitat, 89

08024 Barcelona – Spain

T +34 934 081 777

M [info@htinstruments.es](mailto:info@htinstruments.es) | [www.htinstruments.es](http://www.htinstruments.es)

**HT INSTRUMENTS GmbH**

Am Waldfriedhof 1b

D-41352 Korschenbroich – Germany

T +49 (0) 2161 564 581 | F +49 (0) 2161 564 583

M [info@ht-instruments.de](mailto:info@ht-instruments.de) | [www.ht-instruments.de](http://www.ht-instruments.de)